

**ÕPITARKVARA EFEKTIIVSED
KARAKTERISTIKUD
ELEKTROONILISTE ÕPIKUTE JA
DRILLPROGRAMMIDE KORRAL**

PIRET LUIK



TARTU ÜLIKOOLI
KIRJASTUS

Tartu Ülikooli pedagoogikaosakond

Väitekirj on suunatud kaitsmisele filosoofiadoktori kraadi saamiseks pedagoogika erialal 16. juunil 2004 Tartu Ülikooli pedagoogika osakonna nõukogu koosoleku otsusega

Juhendaja: pedagoogikadoktor professor Jaan Mikk, Tartu Ülikooli

Oponendid: professor Peeter Normak, TPÜ
emeritprofessor Veijo Meisalo, Helsingi Ülikool

Avalik kaitsmine 15. septembril 2004 kl 16, Ülikooli tn 18 Tartu Ülikooli nõukogu saalis

Töö avaldamist on toetanud Tartu Ülikool

© Piret Luik, 2004

Tartu Ülikooli Kirjastus
www.tyk.ut.ee
Tellimus nr 363

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	9
I PEATÜKK	
ÕPITARKVARA EFEKTIIVSUSE UURINGUD.....	18
§1. Õpitarkvara	18
§2. Arvutipõhise õppe efektiivsuse uurimuste üldtulemused	26
§3. Õpitarkvara karakteristikute uurimused.....	31
3.1. Õpitarkvara atraktiivsuse uurimused	32
3.2. Õpitarkvara käsitlemise karakteristikute uurimused	32
3.3. Info esitamise karakteristikute uurimused	36
3.3.1. Teksti karakteristikute uurimused.....	36
3.3.2. Graafika karakteristikute uurimused.....	38
3.3.3. Heli käsitlevad uurimused	43
3.3.4. Värvide karakteristikute uurimused	44
3.3.5. Multimeediumi uurimused.....	45
3.4. Küsimuste karakteristikute uurimused	49
3.5. Tagasiside karakteristikute uurimused	49
Kokkuvõte.....	53
II PEATÜKK	
UURIMISMETOODIKA TUTVUSTUS	54
§1. Eksperimentide kavandamine	54
1.1. Eksperimentide eesmärk	54
1.2. Elektrooniliste õpikute eksperimendi kirjeldus	56
1.4. Drillprogrammide eksperimendi kirjeldus.....	58
§2. Elektrooniliste õpikute karakteristikud.....	60
2.1. Elektrooniliste õpikute poolt pakutavaid võimalusi kirjeldavad karakteristikud	61
2.2. Elektrooniliste õpikute käsitlemise karakteristikud	62
2.3. Elektrooniliste õpikute kujunduse karakteristikud	74
2.4. Elektrooniliste õpikute teksti karakteristikud	85
2.5. Elektrooniliste õpikute enesekontrolli karakteristikud	92
§3. Drillprogrammide karakteristikud.....	102
3.1. Drillprogrammide poolt pakutavaid võimalusi esitavad karakteristikud.....	103
3.2. Drillprogrammide käsitlemise karakteristikud.....	105
3.3. Drillprogrammide info esituse karakteristikud.....	109
3.4. Drillprogrammide küsimuste karakteristikud.....	112
3.5. Drillprogrammide vastamise karakteristikud	115
3.6. Drillprogrammide tagasiside karakteristikud	116

3.7. Inglise keele sõnavara ja matemaatika ülesannete karakteristikud	120
§4. Valimite kirjeldus	122
4.1. Elektroonilised õpikud	122
4.2. Elektrooniliste õpikute testijad	124
4.3. Drillprogrammid	124
4.4. Drillprogrammide testijad	126
§5. Mõõtevahendid ja instrumendid	128
5.1. Elektrooniliste õpikute eksperimendi mõõtevahendid ja instrumendid	128
5.2. Drillprogrammide eksperimendi mõõtevahendid ja instrumendid	130
§6. Andmeanalüüsi meetodid	132
6.1. Õpitarkvara efektiivsete karakteristikute andmeanalüüsi meetodid	132
6.2. Võrdlusmeetodid	133
6.3. Uurimismetoodika valiidsus ja reliaablus	134

III PEATÜKK

EFEKTIIVSED KARAKTERISTIKUD ELEKTROONILISTE ÕPIKUTE KOOSTAMISEKS JA VALIKUKS.....	136
§1. Elektrooniliste õpikute eksperimendi üldised tulemused	136
§2. Elektrooniliste õpikute efektiivsed karakteristikud	140
§3. Kas poistele ja tüdrukutele on vaja erinevaid elektroonilisi õpikuid?	149
3.1. Poiste ja tüdrukute võrdlus testide tulemuste ning elektrooniliste õpikute osas	149
3.2. Millised karakteristikud võivad muuta elektroonilised õpikud efektiivseks poiste ja millised tüdrukute jaoks?	152
§4. Kas akadeemiliselt edukatele ja vähemedukatele õpilastele on vaja erinevaid elektroonilisi õpikuid?	161
4.1. Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste võrdlus testide tulemuste ning elektrooniliste õpikute osas	161
4.2. Millised karakteristikud võivad muuta elektroonilised õpikud efektiivseks akadeemiliselt edukate ja millised akadeemiliselt vähemedukate õpilaste jaoks?	163
Kokkuvõtte elektrooniliste õpikute eksperimendist	175

IV PEATÜKK

EFEKTIIVSED KARAKTERISTIKUD DRILLPROGRAMMIDE KOOSTAMISEKS JA VALIKUKS	178
§1. Drillprogrammide eksperimendi üldised tulemused	178
§2. Drillprogrammide efektiivsed karakteristikud	181
§3. Kas poistele ja tüdrukutele on vaja erinevaid drillprogramme?	188

3.1. Poiste ja tüdrukute võrdlus testide tulemuste ning ainete osas.....	188
3.2. Millised karakteristikud võivad muuta drillprogrammid efektiivseks poiste ja millised tüdrukute jaoks?.....	191
§4. Kas akadeemiliselt edukatele ja vähemedukatele õpilastele on vaja erinevaid drillprogramme?.....	200
4.1 Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste võrdlus testide tulemuste ning ainete osas.....	201
4.2. Millised karakteristikud võivad muuta drillprogrammid efektiivseks akadeemiliselt edukate ja millised akadeemiliselt vähemedukate õpilaste jaoks?.....	203
Kokkuvõtte drillprogrammide eksperimendist	214
KOKKUVÕTE.....	218
SUMMARY.....	229
KASUTATUD KIRJANDUS.....	238
LISAD.....	248
LISA 1. Elektrooniliste õpikute karakteristikute nimekiri	248
LISA 2. Drillprogrammide karakteristikute nimekiri.....	258
LISA 3. Eksperimendis kasutatud elektroonilised õpikud ja nende teemad.....	268
LISA 4. Eksperimendis kasutatud drillprogrammid ja nende teemad.....	269
LISA 5. Eksperimendi läbiviimisjuhend geograafia õpetajale elektroonilise õpikuga Eesti geograafia CD.....	270
LISA 6. Tööjuhend õpilasele elektroonilise õpiku Eesti geograafia CD teemaga Energiamaajandus	272
LISA 7. Elektrooniliste õpikute eksperimendis kasutatud testide näited	273
LISA 8. Ankeet õpilasele elektrooniliste õpikute eksperimendis.....	285
LISA 9. Lõppankeet õpilastele elektrooniliste õpikute eksperimendis.....	286
LISA 10. Eksperimendi läbiviimisjuhend klassiõpetajale inglise keele ja matemaatika drillprogrammidega.....	287
LISA 11. Drillprogrammide juhendite näidised.....	290
LISA 12. Drillprogrammide eksperimendis kasutatud testide näited.....	292
LISA 13. Ankeet õpilasele drillprogrammide eksperimendis	294
LISA 14. Eelankeet õpilastele drillprogrammide eksperimendis.....	296
LISA 15. Lõppankeet õpilastele drillprogrammide eksperimendis.....	298
LISA 16. Spearmani astakorrelatsioonid elektrooniliste õpikute karakteristikute ja korrigeeritud järeltesti tulemuste vahel.....	300

LISA 17. Spearmani astakkorrelatsioonid elektrooniliste õpikute karakteristikute ja korrigeeritud järeltesti tulemuste vahel sugude lõikes	304
LISA 18. Spearmani astakkorrelatsioonid elektrooniliste õpikute karakteristikute ja korrigeeritud järeltesti tulemuste vahel õpilaste akadeemilise edukuse lõikes	310
LISA 19. Spearmani astakkorrelatsioonid drillprogrammide karakteristikute ja korrigeeritud järeltesti tulemuste vahel.....	316
LISA 20. Spearmani astakkorrelatsioonid drillprogrammide karakteristikute ja korrigeeritud järeltesti tulemuste vahel sugude lõikes	321
LISA 21. Spearmani astakkorrelatsioonid drillprogrammide karakteristikute ja korrigeeritud järeltesti tulemuste vahel õpilaste akadeemilise edukuse lõikes	327

SISSEJUHATUS

1959. aastal alustas Donald Bitier Illinoisi Ülikoolis projekti PLATO (*programmed logic for automatic teaching operation*), mis oli esimene laiaulatuslik projekt arvutite kasutamiseks hariduses. Aastat 1959 peetaksegi arvutite õpiotstarbelise kasutamise algusaastaks (Wang & Sleeman, 1993a; Molnar, 1997; Alessi & Trollip, 2001: 4). 1960ndate aastate lõpust on teadlased otsinud vastust küsimusele, kas arvutitel põhinev õpe on parem kui tavaõpe. Kas arvuti vahendusel omandab õpilane teadmised efektiivsemalt, lühema aja jooksul ja kas arvuti abil omandatud õpitulemus on püsivam. Selleks on läbi viidud sadu uurimusi ja korraldatud eksperimente. Läbi viidud uurimuste seast väidab enamus, et võrreldes traditsiooniliselega on arvuti abil toimuv õpe efektiivsem. Kuid on ka neid, mis väidavad, et kahe erineva õppe vahel pole olulist erinevust ja neid, mis väidavad, et traditsiooniline õpe on efektiivsem võrreldes arvutite abil toimuva õppega. Erinev on ka eri teadlaste poolt koostatud õpitarkvara liikide efektiivsuse pingerida.

Juba 1980ndate aastate algul, kui arvutid olid USA-s jõudnud paljudesse koolidesse, tõstatati küsimus õpitarkvara kvaliteedi kohta (Buckleitner, 1999; Higgins, 2000). Sellest ajast on hakatud kasutama hindamislehti ja püütud kirja panna õpitarkvara arendamise juhtnõore. Kuid veel 1980ndatel ei pööratud tähelepanu õpitarkvara valiidsusele – asjaolule, kas õpitarkvara õpetab ikka seda, milleks see on ette nähtud (Higgins, 2000).

Esimene ja suurim õpitarkvara hindamise püüe tehti *Educational Products Information Exchange* (EPIE) poolt. EPIE on mittetulunduslik organisatsioon, mis alates 1967. aastast on üle vaadanud õpikuid, audio-video materjale ja teisi hariduslikke ressursse. 1980ndatel alustati õpitarkvara ülevaatamist ja vastavaid kirjeid säilitati andmebaasis, mis on tuntud nime all TESS (Buckleitner, 1999). TESS oli aastatel 1983–1993 kättesaadav trükitud kujul ja järgnevatel aastatel CD-ROM-il. EPIE oli üks esimestest rühmadest, mis püüdis aidata haridustegelastel leida enda õpilaste jaoks sobilikke õpitarkvara tooteid (Buckleitner, 1999).

Õpitarkvara hindamise osas hakati sõna võtma ka ajakirjanduses. 1983. aastal ilmus ajakirjas *“The Computing Teacher”* Singer’i artikkel *“How do teacher and student evaluations of CAI software compare?”*, kus autor soovitas tarkvara testida koolis ning laialdaselt levitada tulemusi koos vastava tarkvaraga. Siiski ei hakatud veel õpitarkvara loojate poolt vastavaid uurimusi läbi viima (Higgins, 2000).

1980ndatel ilmusid samuti esimesed standardiseeritud hindamisinstrumendid õpitarkvara jaoks *High/Scope Educational Research Foundation* (Buckleitner, 1999) ning Haugland ja Shade DAP Skaala (Buckleitner, 1999). Need kontrollnimekirjal baseeruvad õpitarkvara hindamise vormid olid püüdeks

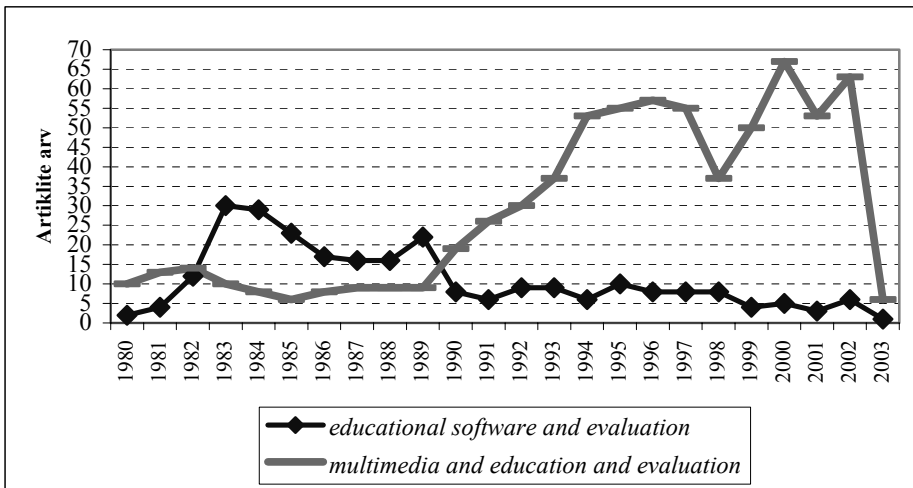
kvantifitseerida tarkvara disaini faktorid, mis on seotud õpitarkvaratoote efektiivsusega laste jaoks (Buckleitner, 1999).

Otsinguga ERIC andmebaasist kasutades võtmesõnu “*Tarkvara ja hindamine*” (“*Software and Evaluation*”) selgus, et kõige enam tarkvara hindamisega puudutavaid töid ilmus aastal 1984 – 419 uurimust ja tarkvara hindamisega seotud artiklit (Buckleitner, 1999). Vastavalt publikatsioonile “Ainult parim” (“*Only the Best*”), mis sünteesib ülevaateinfo teenustest läbi aastate, oli sellel aastal olemas ka 22 tarkvara hindamise teenust USA-s ja Kanadas. Enamik uurimusi tarkvara hindamise kohta on aga tehtud ajavahemikul 1982. aastast kuni 1986. aastani (Buckleitner, 1999).

Õpitarkvara küll püüti hinnata, kuid pedagoogika teooriaid kasutati õpitarkvara tootmise juures veel harva. Ka 1990ndate aastate alguses ei leidnud õpitarkvara hindajad veel kontakti õpitarkvara tootjaga. Zane ja Frazeri (1992) poolt läbiviidud uurimuses vastasid küsitlusele vaid 15 tootjat 34st. Nendest 15st kompaniist vaid 9 suutsid pakkuda andmeid oma toodete sobivuse kohta koolis. Buckleitner (1999) mõonab, et vaadates endisi ja tänapäevaseid õpitarkvara hindamise meetodeid, näib, et sageli kasutatakse mitteusutavaid ja kaubandushuvist mõjutatud ning harva praktika poolt kinnitatud või sõltumatute uurimuste poolt läbiviidud õpitarkvara hindamise meetodeid.

Mingil määral vaibus õpitarkvara hindamine 1990ndatel aastatel (Higgins, 2000). Buckleitner (1999) nendib, et kuigi viimastel aastatel on oluliselt suurenenud arvutite kasutamine laste poolt ja kasvanud arvuti potentsiaal hariduses, on tarkvara hindamisalaste tegevuste hulk oluliselt vähenenud. Seetõttu leiab autor (Buckleitner, 1999), et kuigi õpitarkvara kasutamine koolides üha suureneb, on õpitarkvara hindamine omandanud enam kaubandusliku iseloomu.

Sisestades 1. märtsil aastal 2004 ERIC andmebaasi otsingumootoris märksõnad ‘õpitarkvara ja hindamine’ (*educational software and evaluation*), andis päring 262 vastet. Ka selle päringu tulemuste kohaselt ilmus kõige enam õpitarkvara hindamist käsitletavaid artikleid ning uurimusi 1980ndate aastate keskpaigas (vt. joonis 1.1). Päring ERIC andmebaasis otsingusõnadega ‘multimeedium ja haridus ja hindamine’ (*multimedia and education and evaluation*) andis aga 704 vastet (vt. joonis 1.1), kusjuures enamik neid märksõnu sisaldavaid artikleid on ilmunud aastatel 1999–2002 (2003. aasta kõiki artikleid ei pruukinud 2004. aasta märtsi alguses veel ERIC andmebaasis olla). Seega ei saa väita, et õpitarkvara hindamisega seotud uurimuste arv oleks viimastel aastatel vähenenud. Kuna laialdasemalt kasutatakse interneti võimalusi, õpetajad koostavad rakendusprogrammide PowerPoint ja Word abil õpilastele õppematerjale, siis keskendutaksegi tänapäeval enam haridusliku multimeediumi hindamisele.



Joonis 1.1. Õpitarkvara ja hariduses kasutatava multimeediumi hindamisega seotud artiklite ja uurimuste arv aastatel 1980–2003 ERIC andmebaasis seisuga 1.03.04.

Eestis tegeleb täna õpitarkvara hindamise probleemidega eeskätt Tiigrihüppe Sihtasutus. Tiigrihüppe Sihtasutuse õpitarkvara alasel tegevusel on kolm põhilist eesmärki (*Tiigrihüppe Sihtasutuse* koduleht):

- varustada üldhariduskoole sobilike tarkvaraprogrammidega;
- stimuleerida kõrgkoole, koole ja tegevõpetajaid koostööle, et luua õpitarkvara-alane ainemetoodika;
- suunata ja abistada aineõpetajaid, et nad rakendaksid õppetöö läbiviimisel õpitarkvara poolt pakutavaid võimalusi.

Varasematel aastatel korraldas õpitarkvara alaseid koolitusi, mille käigus õpetati õpetajatele teiste oskuste hulgas ka õpitarkvara hindamist, lisaks Tiigrihüppe Sihtasutusele Phare programm *Infosüsteemid hariduses* (ISE). Õpitarkvara koostamise ja hindamise probleemidega on Eestis tegelenud TÜ Arvutiteaduse Instituudist dotsent Rein Prank ja doktorant Eno Tõnisson, TÜ Haridusteaduskonnast professor Jaan Mikk, Tallinna Pedagoogikaülikoolist Mart Laanpere. Uurimusi, mis käsitleks õpitarkvara efektiivseid karakteristikuid, pole aga Eestis läbi viidud.

Tiigrihüppe tarkvara ekspertkomisjoni esimees Rein Prank (1997) soovib õpitarkvara valikul selle töökindluse testimist. Seejuures märgib autor, et testijateks peaks olema asjatundjad, kes tunnevad nii programmeerimist kui ka õpitarkvara spetsiifilisi probleeme ja tüüpilisi ohuallikaid (Prank, 1997). Seega on vaja inimesi, kes oleks kursis arvuti poolt pakutavate tehniliste lahendustega kui ka õpitarkvara pedagoogilise disaini küsimustega.

Doktoritöö autor on tegelenud arvutiõpetuse ning õpitarkvaraga alates 1991. aastast. 2001. aastast alates on doktoritöö autor Tiigrihüppe Sihtasutuse tarkvara ekspertkomisjoni liige ning osalenud mitme Eestis kasutatava õpitarkvara ja arvutipõhise õppe projektide hindamisel (*Kodukoha kultuuriloolise internetilehe* konkurs, *Kaitse end aita teist*, *Alguse Asi*, *Harjumaa mõisad*, *Virbits*, jt.). Töökogemused programmeerija, arvutiringi juhendaja ning matemaatikaõpetajana on samuti mõjutanud doktoritöö teema valikut ning hüpoteeside püstitamist.

Doktoritöö eesmärgid ja hüpoteesid

Squires (1997) märgib, et õpitarkvara ei saa hinnata kui objekti iseenesest, vaid saab ainult hinnata õpitarkvara kasutamise tulemusi. Õpitarkvara võib hinnata mitmetel alustel – kuivõrd saavutatakse selle abil konkreetset õppe-eesmärgid, kuivõrd konkreetne õpitarkvara meeldib õpilastele, kas ja millised on muutused õppides vastava õpitarkvara abil õpilaste arvutikasutusoskustes või hoiakutes jne. Antud doktoritöös vaadeldakse elektrooniliste õpikute ja drillprogrammide karakteristikute seost õpilaste õpitulemustega. Õpitulemuse all mõistetakse elektrooniliste õpikute puhul Bloom'i õpitulemuste kognitiivse taksonoomia (Krull, 2000: 51) nelja esimest kategooriat (teadmine, mõistmine, rakendamine ja analüüs). Õpitulemus, mida mõõdeti drillprogrammide puhul, oli Bloom'i õpitulemuste kognitiivse taksonoomia esimene kategooria – teadmine. Õpitulemus saavutati õpilaste poolt nii elektrooniliste õpikute kui ka drillprogrammide korral iseseisva õppimise tulemusena.

Antud doktoritöö **eesmärkideks** olid:

- 1) selgitada, millised elektrooniliste õpikute ja drillprogrammide karakteristikud on oluliselt seotud õpilaste õpitulemustega;
- 2) selgitada, kas samad elektrooniliste õpikute ja drillprogrammide karakteristikud on statistiliselt oluliselt seotud nii poiste kui ka tüdrukute õpitulemustega;
- 3) selgitada, mille poolest erinevad akadeemiliselt edukate ning vähemedukate õpilaste õpitulemusega statistiliselt oluliselt seotud elektrooniliste õpikute ja drillprogrammide karakteristikud;

Efektiivseteks karakteristikuteks antud töös ongi loetud need karakteristikud, mis on statistiliselt oluliselt seotud õpitulemusega. Elektrooniliste õpikute efektiivsed karakteristikud on leitud 10. klassi õpilaste ning drillprogrammide efektiivsed karakteristikud 3. klassi õpilaste puhul.

Doktoritöö **hüpoteesid** olid järgmised:

- Lisaks info esitamise karakteristikutele mõjutavad elektrooniliste õpikute ja drillprogrammide efektiivsust õpitarkvara käsitlemise ning pakutava tagasisidega seotud karakteristikud.
- Kuna praeguses situatsioonis on Eestis tüdrukute arvutioskused madalamad kui poistel (Tiiger Luubis, 2001), siis vajavad tüdrukud lihtsamini käsitsetavaid elektroonilisi õpikuid ja drillprogramme.
- Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste jaoks on vajalik koostada erinevate karakteristikute väärtustega elektroonilisi õpikuid ja drillprogramme.
- Drillprogrammide liigne atraktiivsus ning mängulisus vähendavad õpitulemust.

Uurimismeetodid

Squires (1997) eristab õpitarkvara hinnangutena prognoosivat (antakse enne konkreetse õpitarkvara kasutamist) ja interpreteerivat (hinnatakse õpilaste tegevuse abil) hinnangut. Seega õpitarkvara efektiivsuse kindlakstegemiseks on kaks teed: eksperthinnangud ja eksperimendid. Eksperthinnangute aluseks on tavaliselt õpitarkvara kasutamise kogemus. Eksperthinnanguid on suhteliselt lihtne koguda ja hindajalt võib küsida arvamust õpitarkvara ükskõik millise aspekti kohta. Eksperthinnangutena võib kasutada eksperdi poolt kirjutatud ülevaadet või täidetud hindamislehte (Squires, 1997). Wilson (1998) soovib kasutada õpilasi õpitarkvara hindajatena. Samas on õpitarkvara efektiivsuse hinnangutel rida olulisi puudusi: hinnangute reliaablus pole tavaliselt teada, hinnangud sõltuvad hindamislehel esitatud küsimustest, erineva ettevalmistusega ning erinevast valdkonnast eksperdid annavad tavaliselt erinevaid hinnanguid jne.

Komplekssed eksperimentaalsed uurimused õpitarkvara kõikide efektiivsete karakteristikute kohta puuduvad, mistõttu seniks jääb üle toetuda ekspert-hinnangutele, mida tavaliselt väljendatakse soovitusena õpitarkvara koostajaile või valijaile (*California Instructional Technology Clearinghouse; Superkids Educational Software Review; Evalutech*). Antud töös keskendutakse elektrooniliste õpikute ja drillprogrammide erinevate efektiivsete karakteristikute määramisele eksperimentaalse uurimuse abil kasutades korrelatsioonanalüüsi. Viidi läbi ühe rühma eksperiment ja saadud andmeid töödeldi statistikapaketidega *SPSS 11.5 for Windows* ja *Statistica 6.1*.

Doktoritöö struktuur

Doktoritöö koosneb neljast osast. Esimeses osas **Õpitarkvara efektiivsuse uurimused** antakse kirjanduse ülevaade määratlades arvutipõhise õppega seotud mõisted ja õpitarkvara liigid. Kuna antud doktoritöö teemaks on õpitarkvara kvaliteet ning hindamine, siis on põhirõhk kirjanduse ülevaates õpitarkvara efektiivsuse uurimustel. Selles osas käsitletakse ka uurimusi, mis analüüsivad erinevate karakteristikute väärtuste mõju õpitulemustele ning õpilaste motivatsioonile. Esimeses osas käsitletud õpitarkvara karakteristikute uurimused olid aluseks doktoritöö empiirilise osa elektrooniliste õpikute ja drillprogrammide karakteristikute valikul ja karakteristikute analüüsi meetodika väljatöötamisel.

Töö teises osas **Uurimismetoodika tutvustus** antakse ülevaade läbiviidud eksperimentide käigust, nendes kasutatud instrumentidest ja andmetöötlusmetoodikast. Tuuakse eksperimentides kasutatavate karakteristikute definitsioonid ja nende mõõtmise meetodika. Eksperiment elektrooniliste õpikutega viidi läbi 54 10. klassi õpilasega õppeaastal 2000/01 ning eksperiment drillprogrammidega 80 3. klassi õpilasega õppeaastal 2002/03. Kuna mõlemas eksperimentis oli oluline roll vastaval õpitarkvaral, siis kirjeldatakse lähemalt ka eksperimentides kasutatud elektroonilisi õpikuid ning drillprogramme.

Kolmandas osas **Efektiivsed karakteristikud elektrooniliste õpikute koostamiseks ja valikuks** tuuakse välja elektrooniliste õpikute eksperimendi põhitulemused. Esmalt vaadeldakse, millised elektrooniliste õpikute karakteristikud osutusid efektiivseteks kõikide uurimuses osalenud õpilaste korral. Samuti tuuakse välja, millised on erinevused elektrooniliste õpikute efektiivsete karakteristikute osas poiste-tüdrukute ning akadeemiliselt edukate-vähem- edukate õpilaste võrdluses. Kokkuvõtvalt tuuakse välja soovitusel, mida võiks arvestada efektiivsete elektrooniliste õpikute koostamisel ja valikul Eesti koolide vanema astme õpilaste jaoks.

Doktoritöö viimases, neljandas peatükis **Efektiivsed karakteristikud drillprogrammide koostamiseks ja valikuks** käsitletakse samu aspekte, mis elektrooniliste õpikutegi korral. Analüüsitakse, millised karakteristikute väärtused võivad muuta drillprogrammid kõikide õpilaste jaoks efektiivseteks, milliseid karakteristikuid peaks arvestama koostades ning valides drillprogramme poistele ja tüdrukutele ning akadeemiliselt edukatele ja vähem- edukatele õpilastele. Kokkuvõttes tuuakse soovitusel koostamiseks ja valimaks Eesti koolide esimese kooliastme õpilaste jaoks efektiivseid drillprogramme.

Doktoritöös enamkasutatavad terminid

- arvutite abil toimuv õpe** (*Computer Assisted Instruction* lühend *CAI*) – arvutit kasutatakse kui meediumit, millega viiakse läbi traditsioonilist õpet, kus õpilane töötab iseseisvalt arvuti programmiga
- arvutitega korraldatud õpe** (*Computer Managed Instruction* lühend *CMI*) – võimaldab teostada administratiivseid ülesandeid koolitöös nagu testide ja kirjete säilitamine, tunniplaani koostamine, õppematerjalide ettevalmistamine jne
- arvutipõhine õpe** (*Computer Based Education* lühend *CBE*) – hõlmab nii arvutite abil toimuvat kui ka arvutitega korraldatud õpet
- drillprogramm** (*drill-and-practice program; drillprogram, drill*) – harjutamist võimaldav õpiprogramm, milles korratakse materjali kuni see omandatakse automaatsuseni. Kasutatakse sõnade, mõistete vms. omandamiseks või teatud oskustes automaatsuse saavutamiseks. Kasutatakse ka termineid drill-ja-praktika programm või drill
- efektiivne karakteristik** – õpitulemusega statistiliselt oluliselt seotud karakteristik
- elektrooniline õpik** (*electronic textbook*) – digitaalsele kandjale salvestatud või internetis väljasolev õppematerjal, mis sisaldab teksti ja mis vastab õpiku metafoorile. Võib sisaldada ka teisi meedialike, mis toetavad teksti omandamist.
- elektrooniline õppematerjal** – digitaalsele kandjale salvestatud või internetis väljasolev õppematerjal, mis on mõeldud elektroonselt kasutamiseks. Kasutatakse ka terminit digitaalne õppematerjal
- enese kontroll** – õpitarkvaras esitatud küsimused, millele vastamisega saab õppija informatsiooni, kas ja kui palju on ta õppematerjalist omandanud
- hargstruktuur** (*hierarchical structure*) – kasutaja saab valida teemade järjestust või sõltub teema valik kasutaja poolt sooritatud tegevuse tulemusest (erinevad kasutajad läbivad materjali kasutades erinevaid teid)
- hierarhiline menüü** (*hierarchical menu*) – mitmeastmeline menüü, kus menüü valiku alla ilmuvad omakorda uued valikud
- hüperlink** (*hyperlink*) – kas tekstiline või pildiline element elektroonilises dokumendis või arvutiprogrammis, mis suunab kasutaja teise kohta samas või mõnes teises elektroonilises dokumendis või arvutiprogrammis
- hüpermeedium** (*hypermedia*) – info esitamine kasutades nii hüperteksti kui ka multimeediumi
- hüpertekst** (*hypertext*) – informatsiooni esitus, milles elektroonilised dokumendid või nende osad on üksteisega hüperlinkide abil ühendatud
- ikoon** (*icon*) – pildiline element ekraanil, millel hiirega klikkides saab valida mingit funktsiooni või rakendust

- juhendav programm** (*tutorial*) – õpiprogramm, kus õppematerjal esitatakse väikeste annustena, millele järgneb õpilasele esitatav küsimus ja sõltuvalt vastuse õigsusest esitatakse õpilasele järgnev õppematerjali annus
- karakteristik** (*characteristic*) – iseloomulik tunnus, millel võivad olla erinevad väärtused
- kirjatüüp** (*font*) – kindla disainiga kirjamärkide komplekt (näiteks kirjatüüp *Times New Roman* või kirjatüüp *Arial*)
- kohene tagasiside** (*immediate feedback*) – tagasiside, mis antakse õppijale võimalikult koheselt pärast vastuse sisestamist
- korrektiivne tagasiside** (*corrective feedback*) – annab õppijale informatsiooni, kuidas teatud käitumine või vastus jääb puudulikuks ning kuidas saaks järgmine kord seda parandada
- lineaarne struktuur** (*linear structure*) – kasutajale ei anta mingit vabadust järgnevate teemade valikul; ühtegi teemat ei saa vahele jätta ega ei saa neid läbida ka erinevas järjekorras
- menüü** (*menu*) – valikuvõimaluste loetelu, milles kasutaja saab teha valikuid klaviatuuri või hiire abil
- monomeedium** (*monomedia*) – info esitamine kasutades korraga vaid üht esitusvormi (teksti, graafikat, helitut videot või heli)
- multimeedium** (*multimedia*) – info esitamine kasutades korraga mitut esitusvormi (tekst, graafika, heli, video)
- navigatsiooninupp** (*navigation button*) – nupp, mis lubab kasutajal liikuda edasi ja tagasi ekraanide vahel või arvutiprogrammis, jõuda arvuti-programmi algusesse või lahkuda arvutiprogrammist
- navigeerima** (*navigate*) – dokumendis, arvutiprogrammis või internetis vajalikku kohta leidma; sihipäraselt liikuma
- nupp** (*button*) – kujund ekraanil, mis võib sisaldada teksti või pilti ja mille abil saab valida mingit funktsiooni või rakendust
- paneelmenüü** (*frame menu*) – ekraani tükeldamise meetod, kus tüüpiliselt vasak kolmandik või väiksem osa ekraanist jäetakse menüüks, paremal pool aga paikneb edastatav informatsioon
- problemlahendusprogramm** (*problem-solving program*) – õpitarkvara, milles õpilane peab leidma lahenduse etteantud probleemile
- programmi poolne juhtimine** (*program-control*) – õppematerjali esitamise järjekord, hulk, esitusviis jms. on määratud õpiprogrammi poolt
- rakendusprogramm** (*application program*) – lõppkasutaja tarbeks kirjutatud iseseisev arvutiprogramm (näiteks tabelarvutusprogramm, tekstitöötlusprogramm, andmebaasisüsteem, graafikapaket jms)
- rippmenüü** (*pull-down menu*) – ilmub menüüribal hiirega valitud nimel klikkides või klaviatuurilt vastavat valikut tehes ajutiselt menüüriba vastava nime alla
- simulatsioon** (*simulation*) – õpiprogramm, milles dünaamiliselt modelleeritakse tõelist või kujutletut maailma

tagasi-nupp (*back button*) – nupp, millel hiirega klikkides on võimalik naasta viimati esitatud informatsiooni juurde

täisekraanmenüü (*full-screen menu*) – menüü, mis täidab terve arvutiekraani

viip (*prompt*) – kuuldav või nähtav selgitus

viivitusega tagasiside (*delayed feedback*) – tagasiside, mis antakse kas pärast osadele või kõikidele küsimustele vastamist

võrgustik (*unstructured hypermedia*) – struktuur, mille korral kasutaja saab teha piiramatult navigatsioonilisi valikuid; sellise navigatsioonilise kujunduse juures saab liikuda igalt teemalt kõikidele teistele teemadele

õpiotstarbeline mäng (*instructional games*) – õpiprogramm, mis on esitatud mängu vormis

õpiotstarbeline veebileht – internetis väljas olev elektrooniline õppematerjal

õpiprogramm (*learning program*) – õppimiseks kasutatav tarkvaraprogramm

õpitarkvara (*educational software*) – õpiotstarbeline tarkvaraprogramm või internetis väljasolev elektrooniline õppematerjal

õppija poolne juhtimine (*learner-control*) – õppijale antavad võimalused valida õppematerjali, selle esitamise järjekorda, õppematerjali läbimise kiirust, esitusviisi jms.

Doktoritöö valmimisel tänan oma juhendajat professor Jaan Mikku nõu ning abi eest. Samuti tänan kõiki kolleege väärtuslike kommentaaride ning nõuannete eest ja kõiki, kes aitasid kaasa eksperimentide läbiviimisele ja korraldamisele – kõiki eksperimendis osalenud koolide õpetajaid, infojuhte ja õpilasi; eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute autoreid; eksperte, kes hindasid eksperimentides kasutatud õpitarkvara; TÜ Arvutiteaduse Instituudi dotsenti Rein Pranki; Phare ISE programmi projektijuhti Tõnis Eelmad ja programmi koolituskoordinaatorit Terje Tuisku; Tiigrihüppe Sihtasutuse projektijuhti Aimur Liivat.

I ÕPITARKVARA EFEKTIIVSUSE UURINGUD

§1. ÕPITARKVARA

Personaalarvutite levikuga 1980ndatel aastatel hakati koolides enam kasutama tarkvaraprogramme ka õppetöös. Kerkisid esile arvutite abil toimuv õpe, arvutitega korraldatud õpe ja arvutipõhine õpe kui erinevad arvutikasutamise viisid koolis. Arvutite abil toimuv õpe hõlmab nii erinevaid õpiprogramme, hüpermeediumi võimalusi, kommunikatsioonivahendeid kui ka rakendustarkvara (tabelarvutus, tekstitöötlusprogrammid, andmehaldusprogrammid, graafikapaketid). Arvutite abil toimuva õppe puhul kasutatakse arvutit kui meediumit, millega viiakse läbi traditsioonilist õpet, kus õpilane töötab iseseisvalt arvuti-programmiga (Cosmann, 1996). Park (1995) lisab arvutite abil toimuva õppe alla nii tarkvara, kasutaja käsiraamatud kui ka trükitud materjalid õpilasele ja õpetajale. Arvutitega korraldatud õpe võimaldab teostada administratiivseid ülesandeid nagu testide ja kirjade säilitamine, tunniplaani koostamine, õppe-materjalide ettevalmistamine jne. Arvutipõhine õpe kombineerib kaks eelmist ühtseks hübriidiks (Cosmann, 1996).

“Õpitarkvara all mõistetakse CD-le ja arvutidisketile paigutatud õpiotstarbelisi tarkvaraprogramme ja internetis väljas olevaid elektroonilisi õppematerjale (*Tiigrihüppe Sihtasutuse* koduleht)”. Õpiprogrammid, elektroonilised entsüklopeediad, sõnaraamatud, elektroonilised töölehed, graafikapaketid on vaid mõned näited õpitarkvarast. Õpiprogrammid on eelkõige mõeldud õppimiseks (kas õppematerjali omandamiseks, teatud oskuste harjutamiseks või õpitud teadmiste ning oskuste rakendamiseks). Selle korral pole tegemist mitte lihtsalt tekstilise esituse, vaid tarkvaraprogrammiga, mis suunab õppijat, pakub kasutajale liikumiseks alternatiivseid teid ja annab tagasisidet. Järgnev paragrahv püüab anda ülevaate õpitarkvara liikidest. Kuna töö empiiriline osa keskendub õpitarkvara kahele alaliigile (elektrooniline õpik ning drillprogramm), siis käsitletakse antud paragrahvis neid lähemalt.

Erinevate autorite poolt tuuakse erinevaid õpitarkvara liigitusi. Seejuures peab märkima, et varasematel aastatel avaldatud allikates on kirjeldatud vähem õpitarkvara liike kui XXI sajandil ilmunud allikates. Järgnevalt vaatakski mõningaid õpitarkvara jaotusi.

Crozier (1999) jaotab õpitarkvara neljaks liigiks:

- Juhendavad programmid pakuvad samm-sammulist lähenemist omandamiseks vajalikku õppematerjali.
- Drillprogrammid võimaldavad harjutamist.
- Simulatsioonid modelleerivad tõelist või kujutletud maailma mõnel moel.
- Probleemlahendusprogrammides peab õpilane leidma lahenduse etteantud probleemile.

Samas märgib autor (Crozier, 1999), et mõni õpitarkvara võib sisaldada mitut eelpooltoodud liiki korraga. Näiteks juhendava programmi käigus kasutatakse mingi keemilise katse illustreerimiseks simulatsiooni või kontrollib juhendav programm peale õppematerjali seletamist ka selle omandamist.

Mõned autorid (Behrman 1984, McCoy 1996) eristavad ainult kolme liiki õpitarkvara, pannes ka problemlahendusprogrammid simulatsioonide alla. Locard ja tema kolleegid (1987; ref. Persichitte, 1995) lisavad neljale eelpoolloetletud õpitarkvara liigile (drillprogrammid, juhendavad programmid, simulatsioonid ja problemlahendus) veel õpiotstarbelised mängud kui eraldi liigi.

Alessi ja Trollip (2001: 10) vaatlevad õpitarkvara seotuna õppeprotsessi faasidega (info esitamine, õppija juhendamine, praktiseerimine ja õppija hindamine). Autorid kirjeldavad kaheksat õpitarkvara liiki:

- Juhendavad programmid, mis toetavad õppeprotsessi kaht esimest faasi.
- Hüpermeedium, mis on vähem struktureeritud kui juhendavad programmid ja lubab õppijal valida individuaalse tee info omandamisel.
- Drillprogrammid, mille abil korratakse materjali kuni see omandatakse automaatsuseni (õpiprotsessi kolmas faas). Seda liiki õpitarkvara on sageli kombineeritud mängudega.
- Simulatsioonid, mis katavad kõige enam õpiprotsessi faasidest. Võivad esitada informatsiooni ja juhendada õppijat, pakkuda praktikat või hinnata õppija teadmisi. Samas toetavad simulatsioonid harva kõiki nelja faasi. Ka see õpitarkvara liik võib olla kombineeritud mängudega.
- Õppeotstarbelised mängud toetavad õpiprotsessi kolmandat faasi. Seda liiki õpitarkvara võib kasutada kui avastamiskeskonda või kasutada integreerivaks õppeks läbi erinevate ainete, nagu sageli tehakse seiklus-mängudes.
- Rakendustarkvara ja avatud õpikeskkonnad, mis võivad toetada mistahes õpiprotsessi faasi. Antud õpitarkvara liik on kõige paindlikum kõikidest õpitarkvara liikidest.
- Testid toetamaks õpiprotsessi neljandat faasi.
- Veebipõhine õpe, mis võib olla kombinatsioon ükskõik millistest eelpoolloetletud liikidest.

Goldberg ja Sherwood (1983; ref. Abbott & Faris, 2000) on liigitanud arvutikasutamise klassis:

- õppimine arvutitega – simulatsioonid;
- mõtlemise õppimine arvutitega – problemlahendusprogrammid;
- arvutitest õppimine – drillprogrammid;
- õppimise korraldamine arvutitega – klassiruumi korraldus;
- arvutite õppimine – arvutioskus.

Järgnevalt käsitletakse erinevate autorite poolt toodud õpitarkvara liike.

Kõige varasemaks õpitarkvaraks olid vastavalt biheivioristlikule lähene-misele matemaatika või grammatika harjutamise **drillprogrammid**. Kuigi biheivioristlik teooria pole enam domineeriv, on drill ja praktika siiski oluline õppimise komponent. Kognitiivse õppimise teoreetikud usuvad, et tähele-

panuvõime sooritamaks erinevaid ülesandeid ja suuremat hulka mentaalseid operatsioone ühel ajal on piiratud. Kognitiivsed uurimused on näidanud, et ulatuslik praktika viib informatsiooni meenutamise automaatsuseni ja õppija saab keskenduda keerulisematele ülesannetele (Rattapanian & Gibbs, 1995; Goyné, jt., 2000). Seetõttu on drill ja praktika õppimise oluline komponent. Drillprogrammid võimaldavadki oskuse viimist automaatsuseni. Kõigepealt on oluline saada õiged vastused, seejärel suurendada meenutamise kiirust, et saada automaatseid vastuseid (Behrmann, 1984).

Drillprogrammid on kõige laialdasemat kasutamist leidnud just matemaatikas, aga ka teistes reaallainetes. Seejuures on sellist liiki tarkvara sageli arvutimängude vormis, et motiveerida õpilast (McCoy, 1996; Alessi & Trollip, 2001). Drillprogrammid soodustavad faktilise materjali omandamist ka sotsiaalteadustes (Berson, 1996).

Drillprogrammid on maailmas ikka veel laialdaselt kasutatud õpetamise diferentseerimises ja individualiseerimises. Rattapanian ja Gibbs (1995) väidavad, et koolides kasutatakse ikka kõige enam just seda liiki õpitarkvara. Drillprogramme kasutavad lapsed enamasti ülevaateks ja spetsiaalse oskuse parandamiseks nagu inglise keeles spelling või matemaatikas korrutustabel. Mõnikord on drillprogrammid teostatud lõbusa mänguna, kuhu on haaratud multifilmi tegelasi, melododiaid ja teisi tähelepanu haaravaid vahendeid. Õiget vastust tasustatakse ja vale vastus saab kohese tagasiside. Samas võivad vale vastuse efektid anda ka tagasilöögi. Autor (Silver, 1992) toob näite drillprogrammist, kus põhitegelane pöördus vale vastuse peale kummuli. Loomulikult eelistasid õpilased sellise õppiprogrammiga teha tahtlikke vigu.

Drillprogrammide positiivseks küljeks loetakse, et õpilane saab kohese ja õige tagasiside sooritatud tegevuse korrektsusest või ebakorrektsusest ning selle ulatusest. Õpilane saab juba õppimise käigus kontrollida, kas ta saab esitatavast õigesti aru, vead ja väärarusaamised, mis võivad traditsioonilise õppimisviisi puhul ilmnedas alles kontrolltöö käigus, ei kinnistu. Kõige rohkem kasu arvatasegi drillprogrammidest olevat nõrgematel õppijatel, õpetajal on aga võimalus samal ajal tegeleda tugevamatega (Cosmann, 1996).

Uurimused on näidanud, et lapsed tõesti õpivad põhioskusi läbi drill ja praktika, vähemalt toimub see nii matemaatikas ja teistes reaallainetes (Williams & Brown, 1990). Mõned eksperdid väidavad ka, et paranevad keelelised oskused (Trotter, 1998). Mitmed uurimused näitavad, et arvutidrillitud laps ületab eakaaslasti arvutita testis. Teised väidavad vastupidist – arvutipõhine drillimine annab eelised vaid arvutipõhises teadmiste kontrollis (Silver, 1992). Arvutid pakuvad privaatsust, seega aitavad lapsi, kes kardavad vastata õpetaja või klassikaaslaste ees, samuti on arvutipõhisel õppel suur roll õpilase motiveerimisel (Trotter, 1998; Van Scoter, jt., 2001). Drillprogrammide puuduseks loetakse aga loovuse kadu (Silver, 1992; Van Scoter jt., 2001). Haugland viis läbi eksperimendi lasteaia laste peal. Eksperimendis võrreldi nelja rühma lapsi, kus üks rühm kasutas drillprogramme, kaks rühma avatud õpikeskkondi, kus polnud ette määratud õigeid või valesid vastuseid, ning üks rühm (kontrollrühm) ei

kasutanud üldse arvutit. Uuringu tulemusena ilmnes, et drillprogramme kasutanud laste loovus langes 50% (Quigley, 1996).

Trotter (1998) väidab, et drillprogrammid õpetavad kindlaid oskusi kindlatele lastele, kuid ei õpeta mõtlema. Drill ja praktika on kavandatud olemasoleva teadmise kindlustamiseks ja tugevdamiseks (Jackson jt., 2001). Kasulik on drillprogrammide kasutamine vaid piiratud aja vältel ning akadeemiliste oskuste tugevdamiseks (Van Scoter jt., 2001).

Hea drillprogramm (Oh, 1999)

- fokuseerib oskustele, mida tahetakse saavutada,
- pakub erinevaid tasemeid, et seda saaks kohandada kõikide õpilaste jaoks,
- võimaldab kergesti muuta oskuste tasemeid ja valida tegevuse nii, et lapsed saaks töötada iseseisvalt,
- säilitab õpilaste andmeid ühelt sessioonilt teisele ja
- on väljakutset pakkuv.

Inkrott (2001) nendib aga, et kuigi kordamise, seega ka drilli kohta ei saa küll öelda, et sel pole kohta õpetamises, pole see kindlasti kõige innovatiivsem tehnoloogia kasutamine. Haridustehnoloogia algusaastatel (1980ndatel) pandi õpilased arvutiklassides arvutite ette, et nad välkkaartidega drilliks teatud oskusi ikka uuesti ja uuesti. Praegune õpitarkvara peaks aga juhatama õpilasi läbi mõtlemise, tegemise, ümbertegemise, kirjutamise, hindamise jne. On vajalik, et õpitarkvara ka salvestab andmed õpilase soorituse kohta ja õpilane saab näha, kas ning kuidas tema tulemused on paremaks läinud. Samuti on hakatud kohandama küsimusi, harjutusi vastavalt õpilase võimekusele ning lastakse õpilasel või õpetajal valida õpilasele sobiv õppekiirus.

Jackson ja tema kolleegid (2001) väidavad oma uuringu tulemuste põhjal, et individuaalselt drillprogrammiga töötanud lapsed said oluliselt paremaid tulemusi lõpptestis kui kaaslasega paaris töötanud lapsed. Videolintide analüüsiga selgus, et individuaalselt õppijad olid enam haaratud mõtlemisega kui paaris õppijad. Kaaslasega õppides räägiti rohkem ning kõne oli endale orienteeritud, kirjeldav või ülesande väline jutt. Samuti eksisid kaaslasega õppijad statistiliselt oluliselt enam vastuse sisestamisel. Seega soovivad autorid (Jackson jt, 2001) drillprogrammide puhul võimaldada igale lapsele individuaalne arvuti, kuna antud liiki tarkvara on suletud õpiprogramm, mis ei kutsu esile ülesandega seotud juttu paariliste vahel.

Testid erinevad drillprogrammide selle poolest, et kui drillprogrammide abil toimub praktiseerimine ja selle käigus teadmiste-oskuste parandamine, siis testimine on mõeldud õpilaste hindamiseks. Arvuteid saab kasutada testides nii testi koostamisel kui ka arvuti abil testi sooritamisel (Alessi & Trollip, 2001: 334). Arvutipõhise testimise eelistena loetakse, et on võimalik saada enam infot testi tegija kohta, kasvab testimise turvalisus, arvutipõhine test pakub kohest punktisummat, seda saab korraldada kergemini kui paberi ja pliatsi abil toimuvat testimist (Bugbee & Alan, 1996). Samas tekitab arvutipõhine testimine ka terve rea uusi probleeme. Testi tegijate suhtumised kõiguvad entusiasmist kuni

arvutite vihkamiseni. Seetõttu võib arvutiga testimise puuduseks olla testi väike valiidsus. Isegi siis kui arvutipõhine test on sama, mis paberi ja pliiatsiga test, pole need siiski võrdväärsed. Samuti pole garantiid, et küsimuste raskus ei sõltu esitusviisist (Bugbee & Alan, 1996). Samas on ka uurimusi (Perkins, 1995/95), mille tulemustena väidetakse, et pole erinevust paberi ja pliiatsi abil toimuva ning arvutipõhise testi vahel ei õpitulemuses ega ka suhtumises testimisse. McDonald (2002) väidab aga, et otsesel paber-pliiatsi testide ülekandmisel arvutisse jäävad kasutamata arvuti võimalused. Kui sama test on esitatud nii paberil kui ka arvutipõhiselt, peab olema tagatud nende skoorimise võrdsus: paberil esitatud testi 100 punkti võib olla ekvivalentne sama testi arvutipõhise vormi korral 90le punktile. Ka võimekus, mida mõõdetakse arvutipõhise testi abil peab olema sama, mida mõõdetakse traditsioonilise testi abil. Sageli aga mõõdetakse arvutipõhiste testidega hoopis midagi muud kui kavandatud – testi tulemust mõjutab arvutitundmise oskus.

Vaadates läbi terve rea arvutipõhise testimise kohta käivaid uurimusi väidavad Bugbee ja Alan (1996), et kui mõned uurimused ei anna erinevust võrdluses paberi ja pliiatsi abil toimuva testimisega, siis teised väidavad, et parem on üks või teine. Enamikest läbiviidud uurimustest järeldus, et arvutiga testimine vähendab testimiseks kuluvat aega, kuid samas märgivad Bugbee ja Alan (1996), et teatud tegevused (näiteks teksti mõistmine) on siiski arvutiga testimisel aeglasemad kui paberkandjal testi sooritamisel.

McDonald (2002) väidab, et nii õpe kui ka hindamine peab olema kohandatud õpilaste vajadustele. Kõige enam vastab õpilaste vajadustele adaptiivne testimine. Et rakendada adaptiivset testimist, luuakse küsimuste pank, millest esitatakse õpilasele küsimus. Kui õpilane vastab sellele õigesti, saab ta keerulisema ülesande, kui valesti, siis kergema. Ka Patel ja tema kolleegid (1998) nendivad, et enam toetada tuleks adaptiivset hindamist ning seeläbi individuaalset õpet.

Probleemlahendusprogrammid peaksid õpetama probleemide lahendusoskust. See õpitarkvara liik peaks arendama divergentset mõtlemist, sõnavust, paindlikkust, originaalsust ja üksikasjalikkust. Probleemlahendusprogrammides ei pruugi olla õigeid ega valesid vastuseid. Probleemlahendusprogrammide positiivseks küljeks loetakse, et need panevad õpilasi otsima oma mälus neid teadmisi, mida konkreetsetes situatsioonides lahenduse leidmiseks rakendada. Puuduseks peetakse aga, et sellist liiki tarkvara osutab ainult kaudselt, kas õpilane on korrektselt aru saanud ja ei anna uut teadmist lisaks sellele, mida õpilane juba teab (Weller, 1996).

Õpiotstarbelised mängud on mõeldud eelkõige nooremale kooliastmele ja eelkooliealistele lastele. Sageli esitatakse matemaatika tarkvara mängudena, et see köidaks lapsi ning näitaks, et ka matemaatika on huvitav ja kasulik.

Kliman (1999) soovib õpiotstarbelistes mängudes pakkuda kogemusi, mis on ühtlasi nii nauditavad kui õpetavad. Vältida arvutimänge, mis on loodud stereotüüpselt meestele, sisaldades suurt hulka konflikte ja vägivalda, peamiselt meeskaraktereid ja võistluslikkust. Arvestada tuleks erinevate õpistiilidega:

mõni õppija naudib probleemide lahendamist, teine tahab ise püstitada probleeme, mõni tahab leiutada, teine eelistab laiendada ja kohendada juba olemasolevat leiutist, mõne õppija jaoks on ajapiirang motiveeriv, teine aga on selle tõttu stressis. Seega Klimani (1999) väitel peaks õpiotstarbelised mängud olema kavandatud nii, et neid saaks kohendada erinevatele õpistiilidele.

Kliman (1999) toob välja ka probleemi, mis on seotud õpiprogrammide mängulise küljega. Nimelt juht kui õpiprogrammis õpitav aine pole integreeritud mängu, vaid kui õpiülesanded tuleb lõpetada enne arvutimängu mängimist. Selline lähenemine annab autori arvates õpilastele sõnumi, et õppimine on ebameeldiv: midagi, mis tuleb ületada enne, kui algab tõeline lõbu. Seetõttu soovib Kliman (1999), et ka õpiprogrammides, mis on esitatud mängu vormis, peaks siiski õppimine olema keskne osa. Õpitarkvara peaks olema mängu vormis, mitte mäng ei peaks olema preemiaks hea soorituse eest. Persichthe (1995) aga soovib teha õpilastele selgeks, kas õpiotstarbelise mängu lõpptulemuse määrab oskus või juhus.

Simulatsioonid modelleerivad maailma või võimaldavad varemõpitud teadmisi ja oskusi kasutada uues situatsioonis. Selleks on arvuti vahendusel loodud virtuaalsed tõsielulised või kujutletud keskkonnad (Boyle, 1997: 36). Enamasti on simulatsioonide eesmärgiks integreerida teadmiste kaks aspekti: teooria ja kogemus (Boyle, 1997: 38). Kõige enam on simulatsioone kasutatud ja ka uuritud loodusteaduses (Weller, 1996).

Tavatähenduses on õppimine enamasti deklaratiivne õppimine (teadmine mis) mitte protseduuriline õppimine (teadmine kuidas). Arvutite abil on võimalik aga luua dünaamiline keskkond, mis valmistab enam õpilasi ette tegelikuks eluks. Võimalusi selleks pakuvadki simulatsioonid. Nende eelised on: simulatsioonid on odavamad kui reaalsed eksperimendid, nad annavad kiiremaid tulemusi kui reaalses elus võimalik, saab simuleerida ka reaalses elus ohtlikke olukordi, lubavad uurida normaalse eksperimendi ulatusest väljapoole jäävate tingimuste fenomeni, lubavad hüpoteetilisi situatsioone, mida reaalses elus ei esine (Behrmann, 1984; Williams & Brown, 1990).

Boyle (1997: 36) eristab kolme simulatsioonide alaliiki. Passiivses simulatsioonis õppija lihtsalt jälgib simuleeritud süsteemi tegevust. Sellise simulatsiooni korral puudub interaktiivsus. Vaid passiivne simulatsiooni jälgimine võib tekitada kasutajas frustratsiooni. Seda eriti juhul, kui ta ei saa juhtida simulatsiooni kiirust. Samm edasi lubab kasutajal aktiivselt uurida simuleeritud keskkonda ja ülesandel baseeruva simulatsiooni korral on kasutaja interaktsioonis simulatsiooniga, et saavutada mõnd efekti või eesmärki.

Juhendavad programmid esitavad informatsiooni õpetavas vormis. Õppijale seletatakse samm-sammult lahti õppematerjal. Norman (1976; ref. Jonassen, 1986) leiab, et arendamiseks head arvutipõhist juhendavat programmi, on vaja esitada materjali struktuur pakkudes õppeprintsipe ja -strateegiaid. Just juhendavatest programmidest loodetakse kõige enam abi õppetöö individualiseerimisel. Hea juhendav programm peaks olema mõeldud nii aeglaselt kui ka

kiirelt õppijatele, nii võimekatele kui ka vähemvõimekatele õpilastele (Cosmann, 1996).

Skeemide teooriale vastavate õppeprintsipiide rakendamist soodustab **hüpermeedium**, mille abil õppimine on uute struktuuride konstrueerimine uute sõlmede ja nendevaheliste seostega. Mida enam linke suudetakse luua uute sõlmede ja õppija vana teadmiste võrgustiku vahel, seda paremini mõistetakse materjali ja seda lihtsamalt omandatakse uusi teadmisi (Jonassen, 1986).

Raamatule sarnaselt ülesehitatud hüpermeediumi nimetatakse ka elektrooniliseks raamatuks. Mõned autorid kasutavad elektrooniliste raamatute asemel terminit “dünaamiline raamat” (Jonassen, 1986). Sageli tähendab termin elektrooniline raamat Anderson-Inman ja Horney (1997) sõnul erinevate inimeste jaoks erinevaid asju. Mõnede jaoks on elektrooniline raamat interaktiivne CD, mõnede jaoks raamat, kus on näha vaid pilt või tegevus ja tekst loetakse peale jne. Seetõttu toovad autorid (Anderson-Inman & Horney, 1997; Hornay & Anderson-Inman, 1999) välja konkreetset kriteeriumid elektroonilise raamatu jaoks:

- 1) Peab sisaldama teksti, mida saab kuvada arvutiekraanil ja seda peab lugejatele esitatama visuaalselt.
- 2) Peab mingis mõttes vastama raamatu metafoorile (kas on sisukord või lehed, saab teha märkmeid, panna järjehoidjaid ...)
- 3) Peab fokuseeruma või olema organiseeritud mingile teemale (seetõttu pole internet elektrooniline raamat, küll aga võib internet sisaldada elektroonilist raamatut).
- 4) Kui lisaks tekstile kasutatakse teisi meedialiike, siis need peavad soodustama ja toetama teksti omandamist.

Elektroonilised õpikud on omakorda üks elektrooniliste raamatute alaliik. Elektroonilise õpiku all mõistetakse elektroonilist raamatut, milles esitatakse õppematerjali. Anderson-Inman ja Horney (1997) toovad ära ka elektrooniliste õpikute kasutusvaldkonnad:

- 1) Refereerimine;
- 2) Õpilaste erivajaduste rahuldamine;
- 3) Õppe laiendamine mitme erineva meedia koostöös;
- 4) Meelelahutus.

Elektroonilistel raamatutel on traditsiooniliste raamatute ees rida eeliseid (Anderson-Inman & Horney, 1997):

- Otsinguvõimalus (raamatust saab kergesti otsida, sõnu, fraase);
- Modifitseeritavus lugemise käigus vastavalt lugejale (näiteks muuta teksti kirjatüüpi, valida keelt, mõnedel elektroonilistel raamatutel on ka võimalus lisada oma dokumente ja graafikat);
- “Tugevdamisvõime” (soodustada teksti mõistmist teiste meedialiikide abil). Toetavad ressursid elektroonilisele tekstile (tõlkimisvõimalus, illustratsioonid, summeerivad ressursid, õppe soovitusel, märkmete tegemise võimalused jt) aitavad lugemisraskustega õpilasi. Hornay ja Anderson-Inman (1999) leiavad

aga, et tuleb eristada termineid “lugema” ja “õppima”. Lugemiseks on kasulikum traditsiooniline raamat, millega õpilased on enam harjunud, õppimiseks on aga kasulikumad toetavate ressurssidega elektroonilised õpikud.

Rakendustarkvara ja avatud õpikeskkondade vahendite hulka kuuluvad nii elektroonilised entsüklopeediad, sõnastikud, tekstitöötlus-, tabelarvutus- ja graafikaprogrammid, matemaatika töökeskkonnad, aga ka arvutivõrkude poolt pakutavad erinevad võimalused. Lisaks tekstitöötlus- ja tabelarvutusprogrammidele kasutatakse Eesti koolides näiteks graafikapaketti *KidPix Studio*, mis mõeldud enam algklassidele, ja vanematele õpilastele mõeldud matemaatika töökeskkonda *StudyWorks*. Internetis leidub materjali, mis on abiks nii õpetajatele kui ka õpilastele.

§2. ARVUTIPÕHISE ÕPPE EFEKTIIVSUSE UURIMUSTE ÜLDTULEMUSED

Tänapäevaks on läbi viidud sadu uurimusi, mis peaks kinnitama või ümber lükkama arvutite efektiivsuse õppetöös. Ometi on see küsimus siiani lahtine. Millised on mõned neist uurimustest ja mis tulemusteni on jõutud, seda käsitlebki järgnev paragrahv. Eelkõige keskendutakse õpitarkvara efektiivsuse meta-analüüsidele, kus on kokku võetud, analüüsitud ja sünteesitud mitmete varasemate uurimuste tulemused.

Wang ja Sleeman (1993b), Weller (1996) ja Sivin-Kachala (1998) vaatlevad oma artiklites mitmeid uurimusi, kus võrreldakse arvutite abil toimuvat õpet tavaõppega. Wang ja Sleeman (1993b) vaatlevad uurimusi alates aastast 1968. aastast ja Weller ajavahemikus 1988–1991. Sivin-Kachala (1998) teostas 219 uurimuse ülevaate aastatest 1990 kuni 1997. Liao (1992) viis läbi meta-analüüsi 31 uurimuse põhjal aastatest 1968–1989. Khalili ja Shashaani (1994) poolt läbiviidud meta-analüüs vaatleb 36 uurimust aastatest 1988–1992. Najjar (1996) vaatleb meta-analüüsi, mis käsitlevad üle 200 uurimuse ja võrdlevad õppimist traditsioonilises klassiruumi loengus sama materjali õppimisega läbi arvutipõhise multimeediumiõppe.

Suur hulk nende autorite (Wang & Sleeman, 1993b; Khalili & Shashaani, 1994; Weller, 1996; Najjar, 1996; Sivin-Kachala 1998) poolt käsitletud uurimusi jõuab tulemusele, et arvutipõhine õpe on efektiivsem kui tavaõpe. Ka 74% Liao (1992) meta-analüüsis käsitletud uurimuste puhul andis paremaid tulemusi arvuti abil toimuv õpe. Võrreldes erinevate uurimuste tulemusi leiti, et õpitulemused olid paremad, kui info esitati arvutis; samuti võttis arvutite abil toimuv õpe tunduvalt vähem aega (Najjar, 1996). Sivin-Kachala (1998) leidis, et arvutipõhine õpe andis parema tulemuse kõikides põhiainetes. Seejuures võis positiivset efekti täheldada algkooliõpilastest kuni kõrgharidust omandavate tudengiteni ja nii tavaõppes kui ka erivajadustega laste korral. Lisaks muutustele õpitulemuses paranesid õpilaste hoiakud õppimisse ning õpilaste eneseteadvus. Ka Vogel ja Klassen (2001) märgivad, et uurimused on näidanud, et arvutipõhise õppe korral õpilaste õpitulemus on parem (õpitakse enam ja kiiremini) ning lisaks omandatakse eluks vajalikke õppimisoskusi ning võetakse enam vastustust oma õppimise üle.

McKinnon ja tema kolleegid (2000) vaatlesid oma uurimuses arvuti kasutamist erinevates õppeainetes (inglise keel, matemaatika, loodusteadus, sotsiaalteadused, muusika, kunst) ning uurisid selle mõjusid. Arvutite abil toimuv õpe oli antud uurimuses enamasti reaalelulise tähtsusega – kooli mööbli kavandamine, ohustatud rahvuslike liikide päästmine jne. Õpilased pidid arvuteid kasutama vähemalt 3 tundi nädalas, kuid see ajaline kestus ületati ning mõnedes klassides kasutati arvuteid koguni 12–14 tundi nädalas. Uurimus kestis 5 aastat. Selgus, et arvutite abil toimuvat õpet kasutanud õpilased saavutasid

eksamil statistiliselt oluliselt paremaid tulemusi kui traditsioonilist õppeviisi kasutanud. Samuti leiti ankeetküsitlusega, et arvutite abil õppinud õpilastel oli positiivsem suhtumine õppetöösse ja arvutitesse. Autorid (McKinnon jt., 2000) märgivad, et õppijate suhtumine arvutisse muutus aja jooksul negatiivsemaks, samas kui näiteks suhtumine klassivälisesse tegevustesse, õppekavasse paranesid. Põhjenduseks tuuakse, et õpilased harjusid, võtsid arvuteid samasuguste vahenditena kui taskuarvuteid, pliiatseid, märkmikke. Arvutid ei paelunud õppijaid enam niivõrd, kuid positiivne suhtumine kandus üle koolile, õppekavale, õppeülesannetele. Ka Schacter (1999) leiab enam kui 700 empiirilist uurimust analüüsid, et arvuti abil toimuv õpe parandab õpilaste saavutusi nii uurijate kavandatud testides, standardiseeritud testides kui ka rahvuslikes testides.

Samas täheldavad mitmed meta-analüüsid (Wang & Sleeman, 1993b; Weller, 1996) käsitletud uurimused, et arvutite abil toimuv õpe on tavaõppest palju efektiivsem vaid teatud tingimustes või on hoopis tavaõppega samaväärne. Xiufeng ja tema kolleegid (1998) jõudsid oma uurimuses tulemusele, et katse- ja kontrollrühma vahel polnud statistiliselt olulist erinevust ei õpitulemuses ega suhtumises arvutitesse. Samas arvutite abil õppinud õpilased ise tajusid, et arvutitel on positiivne efekt nende õpitulemustele. Wang ja Sleeman (1993b) leiavad enda poolt vaadeldud üksikuurimuste ja meta-analüüside tulemuste põhjal, et drillprogrammid on alati efektiivsemad tavaõppest, samas kui juhendavate programmide ja probleemlahendusprogrammide ning simulatsioonide kohta käivad uurimused annavad erinevaid tulemusi. Liao (1992) meta-analüüs aga näitas, et juhendavate programmidega saadi paremaid õpitulemusi kui drillprogrammide, probleemlahendusprogrammide ja simulatsioonide kasutamisega.

Samas leidub autoreid, kes kahtlevad arvutite võimes arendada õpilasi. Nii väidab Shields (1996), et arvutiinstruktsioonide edu on "kahtlane, ebajärjekindel ja lühiajaline". Autor leiab, et kui mitmete uurimuste tulemused näitavad, et arvutitest on enam abi just lühemaajalisemate kursuste juures, siis see edu võib olla tingitud ka uudsusest. Samuti väidab autor, et arvutipõhise õppe alased uurimused on erapoolikud. Shields usub, et tulemusi, mis näitavad mitteolulist erinevust arvutipõhise õppe ja tavaõppe vahel või tavaõppe paremust võrreldes arvutipõhise õppega, kajastatakse vähem või ei leia need üldse avaldamist. Ka Wang ja Sleemani (1993b), Khalili ja Shashaani (1994), Welleri (1996) ja Najjari (1996) poolt käsitletud uurimuste seas on neid, mis väidavad, et traditsiooniline õpe on efektiivsem kui arvutite abil toimuv õpe. 26% Liao (1992) meta-analüüsi uurimuste puhul andis paremaid tulemusi tavaõpe. Owens ja Waxman (1994) nendivad, et uurimuste tulemused näitavad arvutipõhise õppe olevat nooremate laste puhul efektiivsena kui vanemate õpilastega. Autorite poolt vaadatud meta-analüüsid on jõudnud järelduseni, et arvutipõhine õpe pole efektiivne kolledži õpilaste puhul.

Teh ja Fraser (1995) väidavad, et erinevate arvutipõhise õppe efektiivsuse uurimuste tulemused on vasturääkivad ka erinevate tingimuste tõttu, milles need uurimused läbi viidi. Nii Liao (1992) kui ka Khalili ja Shashaani (1994) meta-

analüüsis nenditi, et arvutite abil toimuv õpe võib olla vaid üks tegur paljudest õppimist mõjutavatest faktoritest ja nimetati edasise uurimise vajalikkust. Sivinkachala (1998) nentis, et arvutipõhise õppe efektiivsust erinevate uurimuste tulemustes mõjutab nii spetsiifiline õpilaste valim, õpitarkvara disain, õpetaja roll kui ka õpilaste kogemused arvutite abil õppimises.

Meta-analüüsidest arvutatakse sageli välja ka efekti suurus (katse- ja kontrollrühma keskmiste õpitulemuste vahe jagatuna kontrollrühma õpitulemuste standardhälbega), mis näitab, kas uudne õppemeetod annab paremaid õpitulemusi võrreldes traditsioonilisega. Efekti suurust mõõdetakse standardhälvetes. Positiivne efekti suurus viitab uudse õppemeetodi paremusele ning mida suurem see näitaja on, seda efektiivsem uudne õppemeetod on. Arvutipõhist õpet traditsioonilise õppega võrdlevate uurimuste meta-analüüside kokkuvõtavad tulemused on esitatud tabelis 1.1. Christmann ja Badgett'i (1997) meta-analüüsi tulemuste põhjal leitud korrelatsioon efekti suuruse ning uurimuse läbiviimise aasta vahel ($r = -0,76$) näitab aga, et efekti suurus on vaadeldud perioodil (aastatel 198–1995) vähenenud.

Tabel 1.1 Õpitarkvara efektiivsuse uurimusi käsitlevate meta-analüüside kokkuvõte

Autor(id) ja meta-analüüsi aasta	Fookus	Uurimuste arv	Efekti suurus (standardhälvetes)
Fraser jt. (1987; ref. Teh & Frazer, 1995)	Arvutipõhine õpe erinevates õppeainetes	7827	0,4
Liao (1992)	Arvutipõhine õpe erinevates õppeainetes	31	0,48
Khalili ja Shashaani (1994)	Arvutipõhine õpe erinevates õppeainetes	36	0,38
Christmann jt. (1997)	Arvutipõhine õpe erinevates õppeainetes	27	0,21
Christmann ja Badgett (1997)	Arvutipõhine õpe erinevates õppeainetes keskkoolis	26	0,19
Lee (1999)	Arvutipõhised simulatsioonid	19	0,41
Christmann ja Badgett (1999)	Arvutipõhine õpe loodusteadustes	11	0,27

Sageli seostatakse arvuteid just reaalinete ja loodusteadustega. Owens ja Waxman (1994) võrdlevad oma uurimuses arvutipõhist õpet traditsioonilisega algebra ja geomeetria õppimises. Tulemusena leiti, et geomeetrias saavutasid arvutitega töötanud rühmad oluliselt kõrgemaid õpitulemusi kui kontrollgrupp (87% vs. 63% $p < 0,01$). Samas algebras ei leitud statistiliselt olulist erinevust.

Autorid võrdlesid oma uurimuses ka õppijate suhtumist matemaatikasse. Selgus, et pärast kursust oli suhtumine matemaatikasse arvutite abil õppinud rühmal statistiliselt oluliselt ($p < 0,05$) parem võrreldes kontrollrühmaga.

Ka McCoy (1996) käsitleb oma artiklis arvutite kasutamist matemaatikas ja vaatleb sellealaseid uurimusi. Toetudes mitmetele läbiviidud uurimuste tulemustele leiab autor, et arvuti abil toimuv matemaatika õppimine on efektiivsem tavaõppest ja soodustab matemaatika mõistete omandamist õpilaste poolt. Samas leidub ka uurimusi, mille tulemused ei näita olulist erinevust arvuti abil toimuva õppe ja tavaõppe vahel või näitavad hoopis tavaõppe paremust. Kuna uurimuste tulemused on mõnigi kord üksteisele vasturääkivad, märgib autor õpetaja, õpitarkvara looja ja uurimuse läbiviinud inimese tähtsust (McCoy, 1996).

Läbi vaadatud uurimuste põhjal leiab McCoy (1996), et parimaid tulemusi annavad matemaatikas simulatsioonid, kuid abi on ka õppeprotsessi toetavatest drill- ja probleemlahendusprogrammidest. Erinevalt välja kujunenud tavaaru- saamast on aga nende uurimuste tulemuste põhjal arvutitest enam abi just kõrgema suutlikkusega õpilaste ja poiste puhul. Samuti leiti, et õpilased, kes töötasid matemaatikat õppides arvuti ees paarides omasid märkimisväärselt parimaid õpitulemusi, kui need, kes töötasid üksikult (McCoy, 1996).

Kuigi enamasti kasutatakse drillprogramme just algastmes baasoskuste arendamiseks reaalinetes, on uuritud ka seda liiki õpitarkvara efektiivsust vanemate õpilaste korral. Nii väidavad Porter ja Riley (1996) enda poolt läbiviidud uurimuse tulemuste põhjal, et üliõpilastest koosnev katserühm, kes õppis statistikat drillprogrammi abil, sai eksamiküsimustes oluliselt kõrgemaid punkte võrreldes kontrollrühmaga, kes lahendas analoogseid ülesandeid kodutööna õpikust. Samuti leiti, et drillprogrammi kasutamine vähendas üliõpilastel kodutöödele kuluvat ajahulka ja suurendas õpilaste motivatsiooni aine suhtes. Sama väidab ka Hughes (1998). Wang ja Sleeman (1993a) viisid üliõpilaste seas läbi uurimuse, kus katserühmale anti võimalus pärast iga loengut või seminari kasutada tagasivaateks 20 minutit drillprogrammi ja kontrollrühm sai tavapärase kirjaliku tagasivaate. Uurimuse tulemused näitasid, et polnud statistiliselt olulist erinevust ei lõpptestide ega ka ajalises nihkes tehtud testide (kontrollimaks, kumma meetodiga on õpilastel materjal paremini meeles) puhul.

Loodusteadustes kasutatakse palju multimeediumi. Baxter ja Preece (1999) viisid läbi uurimuse, kus võrreldi multimeediumi ja modelleerimise efektiivsust astronoomias. Multimeediumi esitus sisaldas teksti, staatilist graafikat, animatsioone ning enesekontrolli küsimusi. Modelleerimiseks kasutati lampi päikesena ja kahevärvilist rannapalli kuuna. Selgus, et järeltestis polnud erinevusi kahe rühma (multimeediumi esituse abil ja modelleerimise abil õppinud) vahel. Samas leiti, et arvuti abil õpitulemus ei sõltunud õpilase kogemusest arvutiga ega suhtumisest arvutisse, sõltus vaid õpilase võimetest.

Ka Teh ja Frazer'i (1995) poolt läbiviidud uurimuse tulemused näitasid, et arvutite abil õppinud rühm saavutas geograafia õpitarkvara abil kontrollrühmaga võrreldes parema tulemuse. Seda nii õpitulemuse kui ka geograafiasse

suhtumise osas. Seejuures efekti suurus oli õpitulemuse osas 3,5 ja suhtumise osas 1,4 standardhälvet. Saadud efekti suurus katse- ja kontrollrühma vahel võis olla tingitud nii sellest, et eksperimendiks koostati täpne õpitarkvara kui ka sellest, et arvutiõpe näib olevat sobilik aeglaselt õppijate jaoks, kes olid antud uurimuse kontingendiks.

Arvutid pole aga ainult matemaatikas ja teistes reaalinetes kasutamiseks. Kuigi just neis ainetes on uurimusi õpitarkvara efektiivsuse kohta kõige rohkem, avaldatakse üha enam uurimusi ka arvuti kasutamisest sotsiaalteadustes, mille kohta annab oma artiklis ülevaate Berson (1996). Ka sotsiaalteadustes läbiviidud uurimuste seas on nii neid, mille tulemused näitavad arvuti abil toimuva õppe efektiivsust võrreldes tavaõppega, kui ka neid, mis jõuavad vastupidisele tulemusele.

Bersoni (1996) väidab, et mitmete uurimuste tulemused näitavad, et drillprogrammide rakendused omavad positiivset väljundit sotsiaalteaduste õppes ja õpilased, kes kasutasid drillprogramme, olid enam motiveeritud osalema klassitöös ja valmistuma eksamiteks. Samas nendib autor, et nende mõju on siiski tagasihoidlik. Juhendavate programmide abil sai uurijate arvates efektiivselt asendada sotsiaalteadustes kodutöid ja paranesid ka õpilaste saavutused (Berson, 1996).

Kui sotsiaalteadustes kasutatud drillprogrammide ja juhendavate programmide kohta olid uurimuste tulemused sarnased, näidates arvutite tagasihoidlikku, kuid siiski positiivset mõju sotsiaalteaduste õppele, siis Bersoni (1996) poolt toodud probleemlahendusprogrammide ja simulatsioonide kohta käivate uurimuste tulemused on vasturääkivad. On neid, kus arvuti abil toimuva õppega saadi statistiliselt oluliselt paremad tulemused võrreldes traditsioonilise meetodi abil saadud tulemustega; neid, kus kahe õppemeetodi (arvutipõhine ja traditsiooniline õpe) puhul polnud statistiliselt olulisi erinevusi õpitulemustes; kui ka neid, kus võrreldes arvutipõhise õppega said statistiliselt oluliselt paremaid õpitulemusi just traditsioonilise õppemeetodi abil õppinud õpilased.

Antud paragrahvi kokkuvõtteks võiks tuua Alessi ja Trollipi (2001: 5) väite, et arvutipõhine õpe vähendab õppimisele kuluvat aega ning isegi kui õpitulemus pole arvutite abil õppides suurem, on siiski saavutuseks õppimisaja vähenemine. Samas on veel vähe tõendeid, et tehnoloogial oleks õppimisele oluline mõju (Reinking, 1997). Tehnoloogia, sealhulgas ka infokommunikatsiooni tehnoloogia (IKT) ise, on neutraalne ja üksnes õigetes tingimustes suudab see muuta õppimist ja õpetamist (Reinking, 1997). Ehk nagu Austlid (2000) märgib: Tehnoloogia ise pole oluline, olulised on võimalused, mida IKT pakub interaktsiooniks ja õppesituatsiooniks. Seega tuleks enam uurida, millistes olukordades, milliste õpitarkvarade korral ning milliste õppijate korral annab IKT rakendamine kõige suuremat efekti, kuidas kasutada efektiivsemalt uue tehnoloogia poolt pakutud võimalusi.

§3. ÕPITARKVARA KARAKTERISTIKUTE UURIMUSED

Miks siis annavad arvuti kasutamist õppetöös käsitlevad uurimused, kus võrreldakse arvutipõhist õpet traditsioonilisega, mõneti vastakaid tulemusi? Gagne (Gagne' & Driscoll, 1992) eristab viit õpitulemuste kategooriat (motoorsed oskused, hoiakud, verbaalsed oskused, intellektuaalsed oskused, kognitiivsed strateegiad) ja neid õpitulemusi peavad toetama erinevad tingimused. Seejuures on mootorsete oskuste efektiivne õppimine loomulikult tunduvalt erinev näiteks hoiakute õppimisest. Meta-analüüsid, mis võrdlevad erinevaid arvutipõhist õpet käsitlevate uurimuste tulemusi, on aga siiani kõik need õpitulemused segamini koos, neid ei vaadelda eraldi. Näiteks käsitletakse ühes meta-analüüsis drillprogrammi efektiivsuse uurimust matemaatikas koos lennukijuhtimise simulatsiooni efektiivsuse uurimusega. Need õpitarkvara liigid ning nende poolt oodatavad õpitulemused on aga niivõrd erinevad, et neid ei saa koos vaadata (Williams & Brown, 1990). Teiseks põhjuseks võivad olla uurimuste läbi viimise strateegia ja tingimuste erinevused (Weller, 1996).

Kolmandaks ja kõige olulisemaks põhjuseks võib aga olla üheliigilise õpitarkvara karakteristikute erinevus. Min ja tema kolleegid (1998) peavad õpitarkvara disaini üheks kõige kriitilisemaks punktiks õpitarkvara efektiivsuses. Beckett jt. (1999) märgivad, et otsustamaks, milline saab olema õpitarkvara disain, peab lähtuma õppematerjali sisust, hariduspsühholoogiast ja info visuaalsest esitusest.

Seepärast ongi oluline välja selgitada, millised omadused peavad olema õpitarkvaral, et õpilased saavutaks sellega töötades õppe-eesmärgid kõige efektiivsemal teel. Järgnevas paragrahvis vaadeldaksegi erinevaid uurimusi, mis keskenduvad õpitarkvara erinevatele karakteristikutele.

Õpitarkvara karakteristikute uurimused on antud paragrahvis jaotatud viieks alaliigiks:

- 1) õpitarkvara atraktiivsuse uurimused;
- 2) õpitarkvara käsitlemise karakteristikute uurimused, kus uurimuse all on erinevad õppijale antavad võimalused juhtida õpitarkvara;
- 3) info esitamise karakteristikute uurimused – teksti, graafikat, värvi, heli ja multimeediumi käsitlevad uurimused;
- 4) küsimuste karakteristikute uurimused;
- 5) tagasiside karakteristikute uurimused.

3.1. Õpitarkvara atraktiivsuse uurimused

Caftori (1994) väidab oma uurimuse tulemuste põhjal, et õppematerjali liigne atraktiivsus võib õpilase tähelepanu kõrvale juhtida õppe-eesmärkidelt ning need võivad hoopis täitmata jääda. Autor täheldas, et uurimuses osalenud lapsed ei kasutanud sugugi alati õpitarkvara nii nagu õpitarkvara tootjad olid ette näinud.

Najjar (2001) soovib oma uurimuste tulemuste põhjal muuta multimeedium õppija jaoks atraktiivsemaks, sidudes õpitav sisu õppija vajaduste ja huvidega, tuues metafoore ja analoogiaid, kasutades personaalset stiili. Autor (Najjar, 2001) märgib, et multimeedium ise on oma uudsusega samuti motiveeriv, kuid peab silmas pidama, et see on mööduv efekt.

Hoogeveen (1995) väidab läbiviidud uurimuste tulemuste põhjal, et mida realistlikumalt on informatsioon esitatud, seda atraktiivsem see kasutajale on, seda enam tõmbab selline informatsioon ka tähelepanu ja jääb paremini meelde. Autor toob näitena, et realistlikke videosid sisaldavad arvutimängud haaravad kasutajaid enam kui animeeritud tegelastega mängud.

3.2. Õpitarkvara käsitlemise karakteristikute uurimused

Kuigi teoreetikud väidavad, et õppijatele peab andma mingi tasemeni juhtimisvõimalust õppe üle, pole uurimuste tulemused kinnitanud selle väite absoluutset tõesust. Mitmed uurimused on läbi kukkunud üritades tõestada, et õppija poolt juhitud õpe on parem (Jonassen, 1986). Ühe põhjusena toob autor (Jonassen, 1986), et uued arvutipõhisele õppele vajalikud strateegiad pole õpilastel veel omandatud.

Osades uurimustes on leitud, et õppijate tulemused on paremad kasutades õppimiseks õppija poolt juhivat õpitarkvara, teiste uurimuste tulemused väidavad, et kasulikum on programmi poolt juhitud õpitarkvara ja terves reas uurimustes pole leitud mingeid erinevusi programmi ja õppija poolt juhitava õpitarkvara abil õppides saavutatud õpitulemustes (Barab jt., 1999; Eom & Reiser, 2000). On aga leitud, et õppija poolt juhitud arvutipõhise õppe korral kulutasid õpilased vähem aega õppetunni läbimiseks (Weller, 1996). Uurimustulemused on ka näidanud, et õppijad hindavad õpet meeldivamaks, kui õppijale antavate juhtimisvõimaluste hulk on suurem (Tierney, jt., 1997; Barab jt., 1999).

Vastuoluliste tulemuste üheks põhjuseks võib olla kättesaadavate valikute tüüp. Lihtsalt võimalus liikuda materjalis edasi-tagasi (ainus valik, mis mõnede uurimuste poolt käsitletud materjalides on võimalik) pole piisav õppija poolse juhtimine (McGrath, 1992). Samuti määrab õppetunni tüüp ning soovitatav eesmärk, kui palju anda õppijale juhtimisvõimalust. Hannafin (1984; ref. McGrath, 1992) soovib protseduuriliste ülesannete, sõna-sõnaliste õppeülesannete, tund-

matu materjali esitamise ja juhendavate programmide puhul kasutada programmi poolset juhtimist. Kontekstilise ja olulise info omandamise, kõrgemaid mõtlemisoscuseid vajavate ülesannete, tuntud materjali esitamise ning drillprogrammide korral on aga otstarbekam kasutada õppija poolset juhtimist.

Eom ja Reiser (2000) toovad veel ühe vastuoluliste tulemuste põhjusena välja asjaolu, et õppijad on neis uurimustes erinevad – erinevad vanuselt, kogemuselt, motivatsioonilt ja võimekuselt. Autorid (Eom & Reiser, 2000) viisid läbi uurimuse selgitamaks seoseid õppija karakteristikute ja juhtimisviisi (õppija või programmi poolse juhtimise) vahel. Selgus, et programmi poolt juhitud rühmas saadi paremaid tulemusi kui õppija poolt juhitud rühmas. Seejuures andis programmi poolt juhitud õpitarkvara paremaid tulemusi madalama eneseregulatsiooniga õppijate puhul. Ka Yang (1993) jõudis oma uurimuse abil tulemusel, et programmi poolt juhitud õpe on parem madalama eneseregulatsiooniga õpilaste puhul, samas kõrgema eneseregulatsiooniga õpilaste õpitulemused olid paremad õppija poolt juhitud õppe abil.

Õpitarkvara juhtida, see tähendab valida õppematerjali järjekorda, esitusviisi, taset ja erinevaid tegevusi, saab mitmel viisil. Õpitarkvara juhtimismeetoditena nimetavad Alessi ja Trollip (2001: 53–60) ikoone, nuppe, menüüsid, hüperlinke ja vahenditena klaviatuuri ning hiirt. Kõigepealt käsitletakse antud alapunktis, mida väidetakse erinevate uurimuste tulemuste põhjal nuppude ning ikoonide kasulikkuse kohta. Kummad neist on õppimises kasulikud?

Edigo ja Patterson (1988; ref. Boling jt., 1998) toovad välja 2 psühholoogilist selgitust, miks ikoonidega (alati pildilised elemendid) õpitarkvara korral saavutatakse paremad õpitulemused võrreldes nuppudega õpitarkvaraga:

- 1) inimesed töötlevad pildilist infot kiiremini kui sõnalist;
- 2) inimesed suudavad pildilist infot, mida nad on varem näinud, paremini meenutada ka pika aja pärast.

Need argumendid toetavad väidet, et pildiline esitus muudab ikoonid paremini äratuntavaks ja meenutatavaks (Boling, jt., 1998), samas aga ei väideta, et pildiline esitus oleks ikooni mõistmiseks piisav. Bolingu ja tema kolleegide (1998) poolt võrreldud seitsme uurimuse puhul ainult ühes saadi tulemuseks, et uuritavad said ainult pildiliste ikoonidega sama hästi hakkama kui ikoonidega koos teksti ja pildiga. Boling ja tema kolleegid (1998) viisid läbi uurimuse, mille tulemusena leiti, et uuritavad tajusid navigatsiooninuppude funktsiooni oluliselt halvemini, kui nupud kuvati ainult pildiliselt, võrreldes pildiga või pildita tekstiliste nuppudega. Valede vastuste arv ainult pildiliste navigatsiooninuppude korral oli kirjeldatud uurimuses peaaegu 3 korda suurem kui teksti ja pildiga või ainult tekstiga navigatsiooninuppude korral. See viitab, et tekstiliste viipadega nupud vähendavad kasutaja segadusse sattumist (Boling jt., 1998).

Chambers ja tema kolleegid (1992; ref. Boling jt., 1998) viisid läbi kolm uurimust ning väitsid saadud tulemuste põhjal, et uuritavad identifitseerisid täpsemalt sõnu kui sümboleid. Tundmatute funktsioonide korral osutus kõige otstarbekamaks pildi ja tekstiga antud nupu esitus, tuntud funktsioonide korral

aga vaid tekstiline esitus. Samas on leitud, et pole erinevusi ainult teksti ning teksti ja pildi abil esitatud nuppude vahel (Boling jt., 1998). Erinevus võib olla põhjustatud ka asjaolust, kas nupudel ja ikoonidel on konkreetset või abstraktsed pildid. Abstraktsemad ikoonid ja nupud on enam üldistatud kasutajate poolt ning sageli mitmetähenduslikult mõistetud (Boling jt., 1998).

Jones (1990) nendib, et olemasolevad ikoonid ei vasta noorema kooliastme lapse maailmale. Ühe olulise põhjusena toob autor, et enamasti on ikoonid staatilised, kuid nooremate laste jaoks on tegevuste puhul suur abi just žestidest ning seega peaksid nooremate laste jaoks ikoonid olema dünaamilised, animeeritud. Baecker ja tema kolleegid (1991; ref. Nielsen, 1995) on leidnud, et ikoonide mõistmine nende animeerimise korral suurenes 62%-lt 100%le.

Reinking (1988; ref. Lawless jt., 2003) viis läbi uurimuse, mis võrdles hüperteksti mõistmist võrreldes lineaarse tekstiga arvutis ja lineaarse tekstiga paberil. Selgus, et loetu meenutamine oli kõige suurem rühmas, milles omandati materjali hüpertekstiga. Samas polnud olulist erinevust loetu meenutamises kahe lineaarse teksti korral (arvutis ja paberil). Mitmed uurijad (Lawless jt., 2003) aga väidavad, et hüperteksti abil materjali omandamine võtab trükitud tekstiga võrreldes kauem aega. Väidetakse, et suurem ajakulu tekib, kuna on vaja kulutada aega ka navigeerimiseks ja materjali selekteerimiseks.

Ka hüperteksti kasulikkus sõltub õppija karakteristikutest (Scherly jt., 2000). Erinevad kasutajad navigeeruvad hüpertekstis erinevatel viisidel. Eelneva kogemusega kasutajatel pole metakognitiivseid strateegiaid, et otstarbekalt kasutada mittelineaarset keskkonda. Hüpermeediumis kogenumad õpilased kasutavad enam mittelineaarset teed (Ayersman & Reed, 1998). Lisaks hüpermeediumis kogenumatele õpilastele valivad mittelineaarse tee ka tekstitöötluses ja andmebaasides kogenumad õpilased (Reed & Oughton, 1997). Indiviidid erinevad oma oskustelt, eelistustelt ja infotehnoloogia kogemustelt. Seetõttu on mõnede indiviidide õpitulemused paremad, kuid mõnedel hoopis halvemad, kasutades õpitarkvara, mis baseerub valikul ja eneseorganisatsioonil (Gabbard, 2000).

Jonassen (1986) soovib, et hüpertekst on kasulikum kõrgema võimekusega õppijate jaoks. Anderson-Inman oma kolleegidega (1994; ref. Barab jt., 1999) on leidnud, et hüperteksti süsteemide kasutamine vajab eesmärgi taju (*sense of purpose*), et õppija suudaks hüperteksti lugedes fokuseeruda eesmärgile. Scherly ja tema kolleegid (2000) väidavad, et kogenumad kasutajad on hüpertekstis sõltumatumad ja saavad navigatsioonilist vabadust kasutades paremaid õpitulemusi, algajad vajavad aga enam lineaarset materjali. Mitmete uurimuste tulemused (McGrath, 1992; Scherly jt., 2000) on näidanud, et õpilased, kel on aineksest väiksemad eelteadmised, kasutavad enam lineaarset materjali esitust kartes eksida hüpertekstis. Vastukaaluks nendele on leidnud Balcytiene (1999; ref. Scherly jt., 2000), et madalamate eelteadmistega õppijad saavad paremaid õpitulemusi hüpertekstide abil õppides kui kõrgema eelteadmiste tasemega õppijad. Beasley ja Waugh (1996) soovivad kavandada hüpermeediumi kasutajaliidese viisil, et see vähendaks õppija disorientatsiooni

ja kognitiivset ülekuulu. Autorite (Beasley & Waugh, 1996) uurimuse tulemuste kohaselt võiks disorientatsiooni vähendada õppija tähelepanu suunamine hüpermeediumi tunni struktuurilistele aspektidele. Paolucci (1998; ref. Gabbard, 2000) väidab, et kui esitatav informatsioon on täiesti mittestruktureeritud (nagu on näiteks veebilehtede puhul), võib õppimine olla väga keeruline, eriti nooremate õppijate jaoks.

Ka ainealased teadmised on hüpertexti kasutamisel olulised, nii loetava meenutamisel kui ka navigeerimisel (Lawless jt., 2003). Bolter (1984, 1991; ref. Lawless jt., 2003) väidab, et lisaks ainealastele teadmistele sõltub hüpertexti kasulikkus ka kasutaja huvist sisu vastu. Kasutajad, kel teema tuttavam ja huvi sisu vastu suurem, saavad õpitarkvaras navigeerimisega paremini hakkama ja on seeläbi enam võimelised tähelepanu fokuseerima huvidele vastavatele piirkondadele (Lawless jt., 2003).

McGrath (1992) viis läbi uurimuse, kus ta võrdles ühe ja sama õppematerjali nelja erineva vormi efektiivsust: hüpertext, menüüdega arvutipõhine õppematerjal, menüüdega arvutipõhine õppematerjal ja paberkandjal õppematerjal. Õppematerjali efektiivsust mõõdeti antud uurimuses nii õppematerjali läbimiseks kulunud aja, järeltesti tulemuse kui ka valikute järjekorraga. Uurimuse tulemusena ilmnes, et menüüdega arvutipõhiste õppematerjalide korral kulutasid õppematerjali läbimiseks madalama ainealase võimekusega õppijad oluliselt vähem aega, kuid hüpertexti korral oluliselt enam aega kui teiste õppematerjali formaatidega. Järeltesti tulemus oli aga kõige parem, kui õppematerjal esitati traditsiooniliselt paberkandjal. Autor väidab, et põhjus võis siin olla õppimisajas, sest paberkandjal õppematerjali läbimine võttis õppijatel ka enam aega. Madalama ainealase võimekusega õppijad näisid hüpertexti keskkonnas olevat segaduses, vaadates lühikese aja jooksul paljusid ekraane, mis ei aidanud neil õppe-eesmärke saavutada. Samuti tegid nad hüpertexti keskkonnas kõige enam mittejärjestikuseid ja mitteotstarbekaid valikuid. McGrath (1992) väidabki, et õppijad, kel on kõrge ainealane võimekus, saavad paremini aru hüpertextist, kuna vähemvõimekatel õpilastel on raske toime tulla keskkonnas, kus antakse korraga palju võimalusi juhtida oma õppimist.

Õpilaste individuaalsed erinevused mängivad suurt rolli õppija soovis infole ligi pääseda (Gabbard, 2000). Seega õppematerjali ja -tunni kavandajad ei pea eeldama, et kõik õppijad soovivad ühtviisi õppida hüpermeediumi abil. Pigem peavad disainijad arvesse võtma õppijate individuaalseid iseärasusi.

Õppijale antud juhtimisvõimalused võimaldavad materjali läbida enda valikul, pöörata enam tähelepanu informatsioonile, mida veel ei tea, ja jätta vahele seda osa informatsioonist, mis on varasemast tuntud. Kas aga õppijad oskavad määrata, milline informatsioon vajab tähelepanu ja millist võib kõrvale jätta? Eom'i ja Reiser'i uurimuse (2000) tulemusena selgus, et õppija poolt juhitud õpitarkvara puhul kulutati statistiliselt oluliselt vähem aega õppematerjali läbimiseks, mis näitab, et kasutajad hüppasid suurest hulgast materjalist üle seda läbi lugemata. See aga võiski põhjustada selle rühma madalama

õpitulemuse, kuna õppijad, kes said halvemaid tulemusi järeltestis, läbisid vaid veidi üle poole (51,36%) materjalist.

Võrreldes õppijale antavaid võimalusi juhtida oma õppimist poiste ja tüdrukute puhul, jõudis Chanlin (1999) järeldusele, et kuna tüdrukud kasutasid enam avatud strateegiaid, siis polnud tüdrukute puhul erinevust, kas õpitarkvara oli programmi või õppija poolt juhitud. Poisid kasutasid aga enam peidetud strateegiaid (meelde jätmine, meenutamine) ning neil olid paremad tulemused õppija poolt juhitud disainis. Hattie (1990) aga väidab, et poistega võrreldes kalduvad tüdrukud enam juhtimist loovutama. Tüdrukud ei tea, kuidas minimeerida negatiivseid aspekte (arvuti veateateid) ning see tekitab neis stressi. Reed ja Oughton (1997) aga väidavad, et vähemalt algetapil kalduvad tüdrukud enam kasutama lineaarset teed kui poisid.

Seega õppijale antavad juhtimisvõimalused on kasulikud vaid teatud tingimustes ja teatud õppijate korral. Õppija poolne juhtimine on otstarbekas vaid juhul, kui õppijale pakutakse soovitusi õppesisu või järjekorra kohta (Eom & Reiser, 2000). Reed ja Spuck (1996) ning Barab ja tema kolleegid (1999) soovivad pakkuda õppijale enam juhtimisvõimalusi vaid tugevama teadmiste-põhjaga ning kogenenumate (teadlikumate) õppijate korral.

Samuti sõltub õppijale antavate juhtimisvõimaluste kasulikkus õppematerjali disainist. Gall ja Hannafin (1994; ref. Barab jt., 1999) on leidnud, et kui õpitarkvara keerukus kasvab (näiteks suureneb navigatsiooniliste valikute hulk), siis on enam võimalik õppija segadusse ajamine ja disorientatsioon.

Õpitarkvara käsitlemise vahendeid on uurinud Alloway (1994). Ta toob oma artiklis ära väikelapsi puudutavate uurimuste tulemused ja nendib, et eelkooliealiste laste ja algklasside õpilaste puhul on kõige otstarbekam vastuste sisestamise vahend hiir. Kõige keerulisem on vastuste sisestamine aga klaviatuuri abil, kuna see sisaldab palju üleliigset ja lapsi segadusseajavaid klahve, millel pole mingit tähendust laste jaoks. Samas kui uuriti laste eelistusi, siis selgus, et lapsed eelistasid sisendseadmena kõige enam just klaviatuuri.

3.3. Info esitamise karakteristikute uurimused

3.3.1. Teksti karakteristikute uurimused

Tuntud sõnadega teksti on lihtsam ära tunda. Davey (1987) on leidnud, et teksti mõistmise ja sõnade tuntuse vaheline korrelatsioon on 0,35 kuni 0,66. Keeles sagedamini esinevaid sõnu identifitseeritakse kiiremini kui harvem esinevaid sõnu. Teksti omandamise ja räägitava keele sõnastikus sõna sageduse esinemise vahel on leitud tugev positiivne seos (korrelatsioon 0,56) (Mikk, 2000: 80).

Ka pikemad sõnad kannavad enam infot ja on seega raskemini mõistetavad (korrelatsioon 0,79 sõna tundmatuse ja sõna pikkuse vahel). On leitud seos teksti mõistmise ja keskmise sõnapikkuse vahel (korrelatsioon 0,45). Samuti võib kasutada keskmise sõnapikkuse asemel pikkade sõnade protsenti tekstis –

tavaliselt arvestatakse kolme või enama silbiliste sõnade protsenti (Mikk, 2000: 83).

Keeles harva esinevate sõnade puhul võiks kaaluda nende asendamist võõrsõnadega. Maansoo (1979) on leidnud, et õpilased mõistavad mõnikord võõrsõnu isegi paremini kui harva esinevaid emakeelseid sõnu. Autor (Maansoo, 1979) leiab, et õpetajad selgitavad õpilastele võõrsõnade tähendust, kuid ei selgita harva esinevate emakeelsete sõnade tähendust. Ka mitmetähenduslikud sõnad valmistavad raskusi, kui need esinevad harvemini kasutatavas kontekstis (Mikk, 2000: 166).

Olulisem, kui tundmatute sõnade arv, on tundmatute sõnade tihedus tekstis (Mikk, 2000: 164). Optimaalseks tundmatute sõnade osakaaluks võõrkeelses tekstis peetakse 3,6–5% (Kondrateva, 1974; Gaidarova, 1976; ref. Mikk, 2000: 204). Uusi võõrkeele sõnu suudavad 45 minuti jooksul omandada algastme õpilased 2–3, keskastme õpilased 3–4 ja vanema astme õpilased 4–5 sõna (Shyarnas, 1978; ref. Mikk, 2000: 210). Emakeelsetes õppeainetes peaks tundmatuid sõnu olema vähem kui 4% (Mikk, 2000: 211).

On uuritud ka terminite (eriala oskussõnade) seost teksti keerukusega. Uurimuste tulemused on näidanud, et korrelatsioon teksti keskmise terminioloogilise indeksi ja teksti mõistmise vahel on $-0,56$, korrelatsioon keskmise terminoloogilise indeksi ja huvi vahel $-0,64$ (Mikk, 2000: 86). Sümbolid, millega terminid nii mõnigi kord õpikus asendatakse, muudavad aga teksti lugeja jaoks veelgi keerukamaks (Mikk, 2000: 84–85).

Uurimuste tulemuste põhjal väidetakse (Mikk, 1980; 2000: 86), et nimi-sõnade keskmine abstraktsus on teksti mõistmisega tugevas negatiivses seoses. Abstraktset materjali on raskem mõista ja meelde jätta (Bachmann & Bachmann, 1989). Ainult ühes eksperimendis (Mikk, 2000: 87) leiti, et nii konkreetseid kui ka abstraktseid sõnu lausetes mäletati võrdselt hästi. Leppik (1996) on leidnud, et meelte signaalsüsteem domineerib ligemale 40%-l inimestest, sõnade signaalsüsteem 20%-l ja ülejäänud 40%-l inimestest on võrdselt arenenud mõlemad signaalsüsteemid. Abstraktsust aitab vähendada näidete lisamine. Eriti kasulikud on näited, mis on võetud igapäevaelust (Mikk, 2000: 168–169).

Mikk (1980) on leidnud, et korrelatsioon teksti raskuse ja iseseisva lause (põimlause jagatud lihtlauseteks) pikkuse vahel tähelepanekes on $0,55$. 10–11 aastaste õpilaste puhul on optimaalseks lausepikkuseks leitud 8,5 sõna emakeelsetes ja 4,7 sõna võõrkeelsetes tekstides (Algastme õpilaste..., 1990) ning 10. klassi õpilaste puhul 12 sõna (Mikk, 2000: 218). Samas pole uurimustulemused näidanud olulist seost teksti struktuuri ja teksti mõistmise vahel. Põhjuseks võib olla asjaolu, et teksti struktuur soodustab omandamist juhul, kui lugejad on struktuuriga tuttavad (Mikk, 2000: 101).

Nii trükitud kui ka elektrooniline meedia tegeleb verbaalse informatsiooniga, mis on esitatud visuaalselt, kuid on suured erinevused, mil viisil tekst kuvatakse. Paljud inimesed eelistavad trükkida digitaalne dokument välja ja lugeda seda paberilt. Eksperimentaalsete uurimuste tulemused on näidanud,

et multimeediumis esitatud tekst pole nii lihtsalt käsitletav kui trükitud meedia. Põhjustena on erinevate uurimuste tulemustes välja toodud disorientatsioon, käega mitte katsutavus, kasutamise keerukus, kogemuse puudumine (Cassie, 2003).

Uurimuste tulemused on näidanud, et õpilastel, kes lugesid arvutiekraanil esitatud tekste, oli teksti mõistmine oluliselt parem kui õpilastel, kes lugesid trükitud teksti (Matthew, 1997). Matthew (1997) võrdles teksti mõistmist elektrooniliselt esitatud ja trükitud tekstidega. Selgus, et kui lahtistes küsimustes polnud õpilasarühmade vahel erinevust teksti mõistmise tasemes, siis ümberjutustamises saavutasid paremaid tulemusi õpilased, kes lugesid teksti elektrooniliselt. Autor (Matthew, 1997) väidab, et elektrooniliselt esitatud tekst võimaldab multisensorset õppimist, mis võimaldab vastastikku mõjuda nii tekstil kui ka illustatsioonidel, ning aktiivselt teksti töödelda.

O'Hara (1997; ref. Cassie, 2003) on leidnud, et lugedes nii paberilt kui ka ekraanilt kulutatakse suur hulk aega dokumendis liikumiseks. Kuid kui paberil navigeerimine on etteaimav, kus lehe keeramine ei häiri lugejat, siis digitaalses dokumendis navigeerimine on aeglasem tegevus.

Cassie (2003) väidab, et paljud uurimustulemused on küll näidanud erinevusi arvutiekraanilt ja paberilt lugemisel, kuid need erinevused on uurimustes varieeruvad ja tulemused on sageli ebajärjekindlad. Toetudes varasemate uurimuste tulemustele kirjutab Hoogeveen (1995), et arvutiekraanilt loetakse 25–30% aeglasemalt kui loetakse sama teksti paberikandjal. Seepärast tuleks näiteks multimeediumi abil kompenseerida ekraanil esitatava teksti loetavuse vähenemine. Cassie (2003) nendib, et üldiselt on ekraanilt keerulisem lugeda kahel põhjusel:

- 1) Paberilt lugedes seostatakse loetu selle asukohaga paberil, ekraan on aga pigem jätkuv suur paber, kus info ilmumist ei saa seostada asukohaga.
- 2) Paberilt lugedes on visuaalselt näha materjali hulk, mis on loetud ja mis on lugemata. Ekraanilt pole see arusaadav.

3.3.2. Graafika karakteristikute uurimused

Palju on võrreldud ja arutletud selle üle, kas parem on tekstiline või graafiline info esitus. Leppik (1992: 32) väidab, et inimesed saavad 83% infost silmade abil, 12% kõrvade abil ja 5% muudel viisidel. Info ülekandmiskiirus on 600 miljonit bitti sekundis nägemiskeskuses ja ainult 18 milj bitti sekundis kuulmiskeskuses (Leppik, 1992: 17). Pildid jäävad ka paremini meelde, kui sõnad (Mikk, 2000: 270; Berry, 2002). Lisaks selgitatakse piltide kasulikkust duaalse kodeerimise abil (Mikk, 2000: 270; Mayer & Gallini, 1990; Mayer, 2003).

Mikk (2000: 271) toob välja kolm olulist põhjust illustratsioonide kasutamiseks õpikus:

1. Artistlikku tüüpi õpilased eelistavad töötada illustratsioonidega ja teadlase tüüpi õpilased leiavad lihtsama olevat verbaalse teksti. Leppik (1992) on oma uurimuses leidnud, et Eestis on 40–50% õpilastest artistlikku tüüpi ja 14–20% teadlase tüüpi. Seega enamiku Eesti õpilaste jaoks on vaja illust-ratsioone.
2. Mõnikord on õppimise eesmärk kujutluste loomine. Selleks on illust-ratsioonid kõige paremad.
3. Illustratsioonid aitavad muuta abstraktset infot konkreetsemaks.

Staatilise graafika uurimuste tulemused on näidanud, et abstraktne graafika jääb paremini meelde kui konkreetne (Weiss jt., 2002). Graafika liigsed detailid võivad aga õppijat segadusse ajada. On leitud, et skemaatilisi illustratsioone mäletatakse paremini kui tõepäraseid illustratsioone. Seega kui õppe-eesmärk on, et õppija mäletaks infot, on kasulik lisada abstraktseid või skemaatilisi illustratsioone (Weiss jt., 2002). Samas Ametller ja Pinto (2002) väidavad oma uurimuse tulemuste põhjal, et kasutajad valivad skemaatiliste kujutiste korral seletuse, mis kõige paremini vastab nende poolt valitud interpretatsioonile. Näiteks kuigi noolt tõlgendatakse enamasti kui edasilikumise sümbolit, paljud õpilased tõlgendasid noolt energia tähenduses. Samas leiti, et realistlikud kujutised aitasid õpilastel tõlgendada abstraktseid kujutisi (Ametller & Pinto, 2002).

Kõik empiirilised andmed aga ei näita graafilise esituse selget üleolekut tekstilisest esitusest. Nawrocki (1972; ref. Williams, 2001) näiteks leidis, et info meenutamises polnud statistiliselt olulist erinevust kas materjal esitati graafilises või tekstilises formaadis. Mitmed uurimustulemused on näidanud, et üksnes pildiline esitus soodustab kiiremat mõistmist, kuid sõnaline esitus suuremat korrektsust (Williams, 2001).

Uurimuste tulemused on näidanud, et graafika suurendab õpitulemust (Mayer & Gallini, 1990; Szabo & Poohkay, 1996; Ollerenshaw & Aidman, 1997). Vastukaaluks on mõned uurijad leidnud, et pole tõendust, et illustratsioonid soodustavad õppimist. Arvatakse, et graafika võib olla kahjulik, kuna seetõttu lõhustub tähelepanu kahe infoallika vahel (graafika ja tekst), mis peaks olema mentaalselt ühendatud (Ollerenshaw & Aidman, 1997). Osad uurijad aga väidavad, et graafika on õppematerjali omandamiseks kasulik vaid teatud tingimustes. Larkin ja Simon (1987; ref. Ollerenshaw & Aidman, 1997) on leidnud, et diagrammid on kasulikud üksnes siis, kui edastatav informatsioon on grupeeritud, graafika esitamisel arvestatakse selle asukohta ja antakse abi järelduste tegemiseks.

Graafika positiivne efekt sõltub ka graafika tüübist (Ollerenshaw & Aidman, 1997). Dwyer (1970; ref. Szabo & Poohkay, 1996) näitas, et lihtne joongraafika on parem kui fotod või realistlikud joonistused. Ka õpiku-uurijad (Mikk, 2000: 284) väidavad, et otstarbekam on kasutada lihtsaid illustratsioone. Illustratsioon on lihtne, kui see sisaldab minimaalselt mittevajalikku infot ja ei

sisalda väikeseid mitteolulisi detaile (Mikk, 2000: 284). Illustratsiooni lihtsust saab määrata ka sellel olevate objektide arvu järgi (Mikk, 2000: 284). Winn (1989; ref. Mikk, 2000: 285) soovib algkooli õpikutes fotosid mitte kasutada, sest fotodel on sellises vanuses laste jaoks liiga palju infot.

Levie ja Lentz (1982; ref. Mikk, 2000: 299) väidavad 155 uurimuse tulemuste põhjal, et illustratsioonid parandavad lugemistulemust võimekatel õpilastel 23% ja aeglaselt õppijatel 44%. Samas on uurimusi, kus illustratsioonide kasulikkust pole õnnestunud tõestada. Need vastakad tulemused näitavad, et illustratsioonid mõjuvad kasulikult vaid teatud tingimustel (Mikk, 2000: 300–304):

1. Illustratsiooni kasulikkus sõltub õppe-eesmärgist. Kui eesmärgiks on verbaalse info omandamine, siis pakuvad illustratsioonid vähe abi.
2. Illustratsioonid soodustavad vaid selle osa õppimist, mille kohta need käivad.
3. Illustratsioonid peavad olema koos seotud tekstiga.
4. Illustratsioonid on kasulikud, kui üksnes tekstist ei piisa informatsioonist arusaamiseks.
5. Illustratsioonid on loodusteadustes kasulikumad kui humanitaarteadustes.
6. Illustratsioonid mõjutavad eelkõige madalama võimekusega õpilaste õpitulemust. Samas liiga keerulist illustratsiooni suudab mõista vaid võimekam õpilane.
7. Et õpilased pööraks illustratsioonidele tähelepanu, tuleb anda tekstis juhendid, soovitused illustratsiooni lugemiseks.

Mayer ja Gallini (1990) püüdsid kolme eksperimendi põhjal leida vastust küsimusele, millisel juhul illustratsioonid aitavad esitatavat infot interpreteerida, seega soodustavad teksti mõistmist. Selgus, et illustratsioonid on kasulikud vaid koos asjakohase selgitava tekstiga ja madala eelteadmistega õpilaste korral. Uurijad võtavad kokku, et illustratsioon on tekstist väärtuslikum, kui

- tekst on potentsiaalselt arusaadamatult,
- illustratsioon on õppijale arusaadav,
- illustratsioon pakub selgitust ja
- õpilasel puuduvad eelteadmised.

Ka Najjar (2001) on jõudnud tulemuseni, et lihtsad staatilised illustratsioonid aitavad enam nõrgemaid õpilasi.

Gyselink ja tema kolleegid (2000) viisid läbi uurimuse, mille kohaselt ilmnes illustratsioonide soodustav efekt järelduslike küsimuste puhul. Lisaks selgus, et illustratsioonid olid kõige edukamad kõrge visuaalse võimekusega õpilaste puhul. Autorid märgivad, et multimeediumi esitus võib erinevate õpilaste korral omada erinevat mõju. Esitlus, mis sisaldab liiga keerulisi teksti-pildi ühendusi, võib nõrgema kognitiivse võimekusega õpilaste õpitulemust hoopis vähendada (Szabo & Poohkay, 1996).

Hood ja Togo (1993/94) püstitasid hüpoteesi, et graafiline andmete edastus soosib poisse, sest neil on parem ruumiline kujutusvõime. Oma uurimuses jõudsid autorid järgmistele tulemustele:

- Poisid edestasid teadmiste poolest tüdrukuid, kui kvantitatiivne info esitati graafikute abil.
- Tüdrukud, kes omandasid kvantitatiivset infot graafikute abil, said halvemini hakkama võrreldes tüdrukutega, kes omandasid informatsiooni tabeli vormis.
- Poiste ja tüdrukute õpitulemuste vahel polnud erinevusi, kui andmed esitati tabeli kujul.
- Poiste õpitulemuste vahel polnud erinevusi võrreldes graafikute ja tabelite abil esitatud informatsiooni.
- Kogu valimit (arvestamata sugu) võrreldes oli tabeli abil antav esitus parem juhul, kui tegemist oli täpse andmete analüüsiga.

Seetõttu soovitatakse võimaluse korral kvantitatiivne info esitada nii tabelite kui ka graafikutega, ühe võimaliku formaadi korral aga tabelina (Hood & Togo, 1993/94).

Arvutis graafika kujutamisel on mitmeid eeliseid tavalise illustratsiooniga võrreldes. Arvuti vahendusel saab edastatavast informatsioonist luua liikuva ja muutuva pildi – animatsiooni. Animatsiooni puhul vahelduvad graafika seeriad ekraanil piisavalt kiiresti tekitades nii liikumise efekti (Szabo & Poohkay, 1996). Gibson (1986, ref. Justice, 2000) väidab, et liikuvad pildid on loomulikule nägemusele lähedasemad kui staatilised pildid. Higgins (2000) soovitabki erivajadusega õpilastele animatsioone sisaldavat õpitarkvara. Sageli on animatsioon vaadeldud kui staatilise graafika alamliiki ja seega on teoreetiline alus animatsioonide kasutamisel mingil määral sama, mis staatilise graafika korral (Weiss jt., 2002).

Kui 1960ndatel ja 1970ndatel aastatel olid ülekaalus uurimused, mis käsitlesid staatilist graafikat, siis alates 1990ndatest aastatest on viidud läbi hulgaliselt animatsioone puudutavaid uurimusi.

Uurides arvuti abil analoogiatega õppimist võrdles Lai (1998) kolme erinevat visuaalse kujutamise viisi – (1) tekst, (2) tekst koos staatilise pildiga ja (3) tekst koos animatsiooniga. Uurimuse tulemuse põhjal leiti, et kui tekst oli esitatud koos staatilise pildiga, olid õpilaste tulemused paremad kui ainult teksti ning teksti ja animatsiooni korral. Autor järeldas, et animatsioonid võivad küll suunata õppija tähelepanu, kuid õppijad ei pruugi olla võimelised korrektselt märkama animeeritud esituse erinevusi. Animatsiooni interpreteerimiseks on vaja täiendavat juhust. Samuti võivad õppijad osutada tähelepanu küll animatsioonile endale, kuid mitte õppeülesande täitmisele.

Weiss jt. (2002) räägivad animatsiooni puhul selle tõetruudusest (*fidelity*). Kui tõe vastavuse tase on madal, siis õppijad ei pruugi teha animatsiooni põhjal õigeid järeldusi. Weiss ja tema kolleegid (2002) eristavad animatsiooni puhul füüsilist ja funktsionaalset tõetruudust (füüsiline tõetruudus – kui täpselt

animatsioon sarnaneb reaalse maailmaga, funktsionaalne tõetruudus – kui sarnaselt animatsioon käitub reaalse maailmaga võrreldes). Animatsiooni tõetruudus peab vastama oskustele, mida õpetatakse, ning õppijate tasemele.

Nicholls ja Merkel (1996) võrdlesid staatilist graafikat arvutianimatsiooniga. Nende autorite läbiviidud eksperimendis saavutati märkimisväärselt paremaid õpitulemusi just animeeritud graafika korral. Samale tulemusele jõudsid ka Willamson ja Abraham (1995, ref Weller, 1996) uurides animatsioone keemia õppematerjalides. Mida keerulisem on mõiste, seda potentsiaalselt keerulisem on animatsiooni selgitav roll. Seda eriti juhul, kui mõistet on keeruline selgitada verbaalselt või on olulised ajas juhtuvad muutused. Sanger ja tema kolleegid (2000; ref. Weiss jt., 2002) on leidnud, et õppijad, kes õppisid matemaatilisi mõisteid animatsiooni teel, said paremaid tulemusi kui staatilise graafika abil õppinud õpilased. Uurides animatsioonide efektiivsust abstraktsete võõrkeelsete sõnade õppimisel, nentisid Tsou ja tema kolleegid (2002) animatsioonide kasulikkust. Szabo ja Poohkay (1996) poolt vaadeldud kahekümnest eksperimentaalsest uurimusest kümne tulemused näitasid animatsioonide statistiliselt olulist paremust ja kümnel juhul statistiliselt olulist erinevust polnud.

Ka Szabo ja Poohkay (1996) viisid läbi uurimuse, kus võrreldi matemaatika õppematerjali esitust (1) lihtsa tekstina, (2) tekstina koos staatilise graafikaga ja (3) tekstina koos animatsioonidega. Tulemustest selgus, et statistiliselt oluliselt paremaid tulemusi võrreldes teiste rühmadega said animatsioonide abil õppinud õpilased. Tulemus kehtis nii kõrgema kui ka madalama võimekusega õpilaste korral. Staatilise graafika abil õppinud õpilased said aga paremaid tulemusi kui ainult teksti abil õppinud õpilased. Hegarty ja tema kolleegid (1991; ref. Hornay & Anderson-Inman, 1999) väitsid, et elektrooniliselt esitatud tekstile lisatud animatsioonid, mis illustreerivad tundmatuid protsesse, aitavad madala mehhaanilise võimekusega õpilasi.

Rieber ja tema kolleegid (1990, ref Weller, 1996) võrdlesid staatilise ja animeeritud graafika mõju õpitulemusele erinevate õpitarkvara liikide korral. Selgus, et tekstipõhise õppematerjali korral polnud erinevust õpitulemustes võrreldes esitust (1) ainult tekstina, (2) teksti koos staatilise graafikaga ja (3) teksti koos animatsiooniga. Küll aga ilmnes mõõdukas seos simulatsioonide õpitulemuse ning graafika liigi vahel. Kui staatilise graafika ja graafikata õppijate rühmades õpitulemus suurenes, siis animeeritud graafika näis simulatsioonide korral õppimist hoopis häirivat. Samas kulutasid animeeritud graafika abil õppinud õpilased järeletestis statistiliselt oluliselt vähem aega võrreldes ülejäänud kahe rühma õpilastega nii tekstipõhiste õppematerjalide kui ka simulatsioonide korral.

Palmiter ja Elkerton (1991; ref. Justice, 2000) viisid läbi eksperimendi, kus võrdlesid protseduurilise ülesande õppimist animatsiooni ning ainult teksti abil. Selgus, et algselt sai animatsiooni abil õppinud rühm paremaid õpitulemusi, kuid seitsme päeva pärast, olid paremad õpitulemused teksti abil õppinud rühmal. Saadud tulemus viitab, et animatsiooni abil õppimisel ei pruugi õpitulemus olla püsiv.

3.3.3. Heli käsitlevad uurimused

Multimeedium võimaldab info esitust lisaks tekstile, staatilisele ja animeeritud graafikale ka heli abil. Ollerenshaw ja Aidman (1997) viisid läbi eksperimendi võrdlemaks informatsiooni esitamise nelja viisi: (1) ainult tekstiga, (2) teksti ja graafikaga (nii staatilise kui animeeritud), (3) multimeediumiga (tekst, graafika ja heli) ning (4) interaktiivse multimeediumiga. Tulemustes ilmnes, et interaktiivse multimeediumi abil õppinud rühm sai võrreldes teiste rühmadega kõige paremaid õpitulemusi.

Lai (2000) poolt läbiviidud uurimuses võrreldi kolme erinevat informatsiooni esitamist abstraktsete mõistete õppimiseks: (1) tekst koos heliliste juhistega, (2) tekst staatilise graafika ja heli ning (3) tekst animatsioonide ja heliga. Ilmnes, et õpilased, kellele esitati õppematerjali teksti, animatsioonide ja heli abil, saavutasid ülejäänud kahe rühmaga võrreldes paremaid tulemusi. Heliga antud selgitused juhtisid õppijate tähelepanu olulistele aspektidele, animatsioon aga aitas selgitada abstraktseid mõisteid.

Võrreldes kolme erineva informatsiooni esituse ((1) graafika koos heliga; (2) graafika koos tekstiga; (3) graafika koos heliga ja tekstiga) seost õpistiilidega selgus (Riding & Grimley, 1999), et kujundliku õpistiiliga õpilased said multimeediumi (esitus graafika, heli ja tekstiga) abil õppides paremaid õpitulemusi. Ka tervikliku mõtlemisviisiga õppijate korral osutus multimeediumi esitus efektiivsemaks, samas kui analüütilise mõtlemisviisiga õppijate puhul oli efektiivsem traditsiooniline materjali esitus (graafika koos tekstiga). Autorid (Riding & Grimley, 1999) toovad põhjuseks, miks analüütilise mõtlemisviisiga õppijatele multimeediumi materjal ei sobinud, asjaolu, et kasutaja näeb sageli korraga vaid osa materjalist ja ei saa terviklikku pilti.

Miller ja tema kolleegid (1994; ref. Hornay & Anderson-Inman, 1999) uurisid multimeediumi juturaamatute kasutamist algajate lugejate puhul ning leidsid, et osutatud sõnade häälduse kuulmine suurendas loetava mõistmist. Mitmed uurijad (Hornay & Anderson-Inman, 1999) väidavad ka, et multimeedium parandas teksti mõistmist õpiraskustega õpilastel.

Kas multimeedium on aga võrdselt efektiivne kõikide õpilaste puhul? Chanlin (1999) väidab oma uurimuse tulemuste põhjal, et nii multimeediumi, kui ka hüpermeediumi programmi korral said poisid lõpptestis paremaid tulemusi kui tüdrukud. Riding ja Grimley (1999) poolt läbiviidud uurimuses võrreldi materjali esitamist (1) pildi ja helina; (2) pildi ja tekstina; või (3) pildi, heli ja tekstina. Selgus, et multimeediumi esituse (esitus pidi, heli ja tekstina) korral said paremaid tulemusi poisid. Lisaks jõuti tulemusele, et kui poiste jaoks oli efektiivsem materjali esitus pildi ja helina, siis tüdrukute puhul andis paremaid tulemusi esitus pildi ja tekstina.

Õppijad pööravad sageli liiga palju tähelepanu meedia aspektidele (heli, kujundid ja videod), selle asemel, et omandada tekstilist infot. Seetõttu tuleks õppematerjalides meediat kasutada teksti toetamiseks ja nii, et see ei juhiks õppija tähelepanu tekstilt eemale (Gabbard, 2000).

3.3.4. Värvide karakteristikut uurimused

Värvide olulisus (kas parem on must-valge või värviline esitus) õppematerjalis on pikka aega olnud vastuoluline teema (Livingston & Sandals, 1992). Hathaway (1984; ref Livingston, 1991) on leidnud, et enamik inimesi, töötades mustvalge või värvilise materjaliga, saavutavad võrdsed tulemused. Ka teised uurijad (Livingston, 1991) on leidnud, et pole olulisi erinevusi õpitulemuste vahel, kui sama materjal esitatakse värvilise või must-valgena. Kui üldine arvamus teadlaste hulgas on aga, et värvide hulk, mis ei häiri õppematerjali omandamist arvutipõhises õppes, võiks olla maksimaalselt 4 erinevat värvi, siis mõned uurijad väidavad, et võib olla ka maksimaalselt 6 kuni 11 erinevat värvi (Livingston & Sandals, 1992). Kui näiteks geomeetrilisele kujundile lisandub värv, siis see on nagu lisamuutuja, mis suurendab graafika keerukust (Livingston & Sandals, 1992). Ka Mikk (2000: 286) hoiatab, et liiga paljude värvide kasutamine õpikus tõmbab tähelepanu oluliselt eemale.

Õpiku-uurijad väidavad, et kindlad värvikombinatsioonid tõmbavad enam tähelepanu kui teised (Mikk, 2000: 286). Nii on Reid (1990) bioloogiaõpikuid uurides leidnud, et atraktiivsed värvikombinatsioonid on sinine punasel ja must kollasel taustal. Tähelepanu ei tõmba aga roheline valgel ja kollane rohelisel taustal. Ka Alessi ja Trollip (2001: 76) toovad välja, milliseid värvusi tuleks kasutada ning milliseid värvikombinatsioone tasuks õpitarkvara disainijatel vältida. Autorid märgivad, et kasutajad eelistavad värvustena punast ja sinist, kuid neid värvusi on raskem tajuda, seetõttu oleks otstarbekam vältida punast ning sinist tekstis ning detailsetes piltides. Paremini märgatavad värvused on kollane ja roheline. Boyle (1997: 160) väidab, et sinist värvust kalduetakse nägema kaugemal, punast lähemal ja rohelist nende vahel. Alessi ja Trollip (2001: 76) aga ei soovita kasutada värvikombinatsioonidest punast-rohelist, punast-sinist, sinist-kollast, sinist-rohelist.

Passig ja Levin (2000) väidavad oma uurimuse tulemuste põhjal, et poisid ja tüdrukud eelistavad erinevaid värve. Kui kõikidele lastele sõltumata soost meeldisid õpiku värvadena punane ja kollane, siis poistele meeldisid roheline ja sinine enam kui tüdrukutele.

Klychnikova (1973; ref. Mikk, 2000: 286) on leidnud, et teksti loetavuseks on parimad värvid sinine, roheline ja must valgel taustal. Kõige ebaotstarbekam värv teksti loetavuse seisukohalt on kollane. Pilvre (1984) väidab, et sinine on kõige parem värv joonte ja graafikute jaoks. Illustratsioonide värvid peaks olema aga eelkõige loomulikud. Kui mingit värvi kasutatakse mõne abstraktse mõiste jaoks, siis see mõiste peab olema läbi kogu õpiku kujutatud sama värviga (Mikk, 2000: 287).

Ka illustratsiooni taust mõjutab illustratsiooni headust. Neutraalne taust soodustab illustratsiooni omandamist. Antonov (1988; ref. Mikk, 2000: 285) on leidnud, et taustata illustatsioonide tajumine võtab 33% vähem aega kui värvilise taustaga illustatsioonide tajumine.

3.3.5. Multimeediumi uurimused

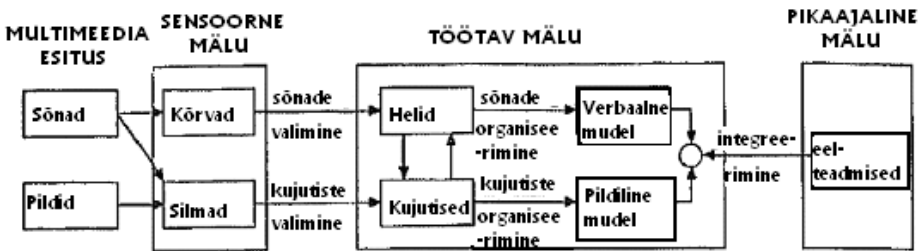
Arvuti poolt pakutavate erinevate meedialiikide arenguga koos arenes ka õpitarkvara, mille koostamisel hakati koos kasutama erinevaid meedialiike – multimeediumi. Multimeediumi võib defineerida erinevatel viisidel. Laurentiis (1993) defineerib multimeediumi, kui võimaluse kuvada teksti, graafikat, arvutianimatsioone ja videot arvutiekraanil koos heliga. Brett (1998) on multimeediumi defineerinud kui arvuti poolt vahendatud laia ulatusega kommunikatsioonielementide (teksti, heli, piltide, fotode, animatsioonide ja liikuva video) kogumi. Erinevaid kommunikatsioonielemente kombineeritakse ja ühendatakse ning kokkuvõttes võib multimeediumi sõnum olla suurem kui individuaalsete meedialiikide sõnum eraldi võetuna. Ka Dubois ja Vial (2000) väidavad, et multimeediumi esitused on erinevate meediate kasutamine koostöös üksteisega. Gyselinck ja tema kolleegid (2000) kirjutavad, et multimeedium sisaldab tavaliselt eri tüüpi info ühendusi: verbaalne info (sõnad, laused või lühike tekst), mis esitatakse kas visuaalselt või audiitiivselt, pildiline info (illustratsioonid, fotod, graafika), mis esitatakse visuaalselt kas staatilise või dünaamilisena, ja heli.

Uden ja Champion (2000) märgivad, et erinevatel meediate kombinatsioonidel on omad spetsiaalsed võimalused ja piirangud info esitamiseks või edasi andmiseks. Seetõttu on oluline valida antud rakendustest õiged kombinatsioonid. Autorid nendivad, et kuigi interaktiivse multimeediumi disain on seotud traditsiooniliste ja arvutipõhiste õppimissüsteemidega, on paljud selle aspektid erinevad nii järjestikusest meediast, arvutite abil toimuvast õppest kui ka hüpertekstist. Goynes ja tema kolleegid (2000) väidavad, et õpitarkvaras peaks kasutama neid iseärasusi, mis toetavad õppimist, kuid pole võimalikud traditsioonilistes õppematerjalides. Selline õpitarkvara vastab enam nii visuaalse kui ka kuulmismäluga õppijate vajadustele.

Viimasel aastakümnel on suurenenud kognitiivsele psühholoogiale rajanevate multimeediumi uurimuste arv. Neis on antud nii teorial kui ka empiiriliste uurimuste tulemustel põhinevaid soovitusi erinevate disainiprintsiipide kasutamiseks (Doolittle & Tech, 2001). Käesolevas alapunktis vaadeldakse mõningaid olulisemaid multimeediumi disaini printsiipe, toetudes eelkõige Richard E. Mayeri ja tema kolleegide ning Lawrence J. Najjari uurimuste tulemustele. Mayer toetub Swelleri tunnetusteooriale, Pavio duaalse kodeerimise teooriale, Baddeley töötava mälu mudelile, Wittrock'i generatiivsuse teooriale ja Mayer'i SOI (*Select, Organize, Integrate*) tähendusrikka õppimise mudelile (Mayer & Moreno, 2002). Najjari multimeediumi printsiibid baseeruvad eelkõige psühholoogia, arvutiteaduste, õppedisaini ja graafika disaini empiiriliste uurimuste tulemustel multimeediumi vallas (Najjar, 2001).

Mayer ja Moreno (2003) väidavad, et õppimine multimeediumi abil baseerub kolmel eeldusel:

1. Inimesed töötlevad pildilist ja verbaalset materjali erinevate kanalite kaudu (duaalse-kanali eeldus). See on keskne eeldus Paivio duaalse-kodeerimise teoorias ja ja Baddley töötava mälu teoorias.
 2. Iga kanal on limiteeritud materjali hulga poolest, mida saab töödelda üheaegselt (piiratud mahutavuse eeldus). See on põhieelduseks Swelleri tunnetuskoormuse teoorias ja Baddley töötava mälu teoorias.
 3. Tähtsusetikas õppimine sisaldab ühenduste ehitamist pildilise ja verbaalse esituse vahel (aktiivse-töötlemise eeldus), mis on keskne eeldus Wittrock'i generatiivse õppimise teoorias ja Mayer'i SOI aktiivse õppimise teoorias.
- Need eeldused on kokku võetud joonisel 1.2.



Joonis 1.2. Multimeediamiõppe kognitiivne teooria. Allikas: Mayer ja Moreno (2003) lk.44 Joonis 1.

Mayer ja Moreno (2003) märgivad, et multimeediamiõppes potentsiaalselt tekkivaks probleemiks on, et õppeülesande poolt esile kutsutud töötlemisvajadused võivad ületada kognitiivse süsteemi töötlemisvõime – situatsioon, mida kutsutakse kognitiivseks ülekulaks. Seejuures eristavad autorid kolme liiki kognitiivseid vajadusi:

- 1) Oluline töötlus (*essential processing*) – kognitiivne protsess, mida on vaja esitatud materjalist aru saamiseks nagu 5 põhilist protsessi multimeediamiõppe kognitiivses teoorias – sõnade valik, kujutiste valik, sõnade organiseerimine, kujutiste organiseerimine, integreerimine.
- 2) Kõrvaline töötlemine (*incidental processing*) – kognitiivne protsess, mis ei vaja esitatud materjalist arusaamist, sest see pole oluline materjali esituse juures (näiteks taustamuusika).
- 3) Kujutav säilitamine (*representational holding*) – kognitiivne protsess, mille püüdeks on hoida mentaalset esitust töötavas mälus teatud aja vältel.

Kognitiivne ülekulu tekib, kui kogu kavatsatud töötlus ületab õppija kognitiivse mahu. Kognitiivse ülekulu vähendamine saab toimuda olulist töötlust ümber jaotades, kõrvalist töötlust vähendades või kujutavat säilitamist vähendades. Mayeri ja Moreno (2003) poolt antud soovitusel kognitiivse ülekulu vähendamiseks baseeruvad kaheteistkümneme aasta vältel Santa Barbara California Ülikoolis läbiviidud uurimuste tulemustel. Nende uurimuste tulemuste põhjal on Mayer ja tema kolleegid toonud välja põhilised multimeediami esituse print-

siibid, mida tuleks arvestada multimeediumi kasutamisel õppematerjalides (Doolittle & Tech, 2001; Mayer & Moreno, 2002; Mayer, 2003; Mayer & Moreno, 2003):

- Multimeediumi printsiip (*Multimedia Principle*): Õpilased õpivad enam sõnadest ja pildidest kui ainult sõnadest. Seega peab õpitarkvara sisaldama nii kirjalikku või suulist teksti kui ka staatilisi või liikuvaid pilte. Ainult tekst (kas kirjalik või auditiivne) on vähem efektiivne, kui see on koos visuaalsete kujutistega.
- Ruumilise kokkupuutuvuse printsiip (*Spatial Contiguity Principle*): Õpilased õpivad rohkem kui vastavuses olevad sõnad ja pildid esitatakse üksteise lähedal, mitte aga teineteisest kaugel leheküljel või ekraanil. Kui sõnad on graafikast kaugel, on õppijal vaja kasutada piiratud kognitiivseid ressursse, et visuaalselt ühendada graafikat ning sellega seotud teksti. Selleks tuleks tekst asetada kujutise alla või veelgi kasulikum on teksti integreerimine kujutisse: asetada tekst kohe nende elementide kõrvale, mida see kirjeldab. Santa Barbara California Ülikoolis läbiviidud uurimuses mõõdeti efekti suuruseks 0,48 standardhälvet.
- Ajalise kokkupuutuvuse printsiip (*Temporal Contiguity Principle*): Õpilased õpivad enam kui vastavuses olevad sõnad ja pildid esitatakse üheaegselt, mitte järjestikku. Tuleks sünkroniseerida materjal vastavalt auditiivsele ja visuaalsele materjalile. Kui kasutatakse näiteks animatsiooni ja auditiivset jutustust, siis need peavad ajaliselt ning tähenduslikult kokku langema. Kahe Santa Barbara California Ülikoolis läbiviidud uurimuse keskmine efekti suurus oli 1,30 standardhälvet. Ka Najjar (2001) väidab, et uurimuste tulemused on näidanud verbaalse-pildilise info koosesitamise vajadust, sest see parandab õppimist enam kui järjestikune, luues kognitiivsed seosed kahe vormi vahel.
- Tiheda seostatuse printsiip (*Coherence Principle*): Õpilased õpivad enam, kui üleliigsed sõnad, pildid ja heli on välja jäetud. Multimeediumi esitus peab olema sisutihe ja selge, kuhu ei tohiks lisada huvitavaid, kuid üleliigseid heliefekte ega atraktiivset lisainfot, et õppija ei tegeleks kõrvalise töötlusega. Vastavalt tunnetuskoormuse teooriale takistab kõik üleliigne õppimist, tekitades õpilasel suurt kognitiivset ülekuulu. Santa Barbara California Ülikoolis läbiviidud viie uurimuse keskmine efekti suurus oli 0,90 standardhälvet. Ka Najjar (2001) nendib, et mitteseotud illustratsioone lisades õppimistulemus ei suurene, tegelikult võib see hoopis väheneda.
- Signaaliseerimise printsiip (*Signaling Principle*): Õpilased mõistavad multimeediumi esitust paremini, kui see sisaldab signaale, mis osutavad, kuidas töödelda materjali. Kui pole võimalik eemaldada kõiki multimeediumi kaunistusi, saab kognitiivset ülekuulu vähendada. Selleks tuleks pakkuda õppijale vihjeid, kuidas selekteerida ja organiseerida materjali. Santa Barbara California Ülikoolis läbiviidud uurimuses leiti efekti suuruseks 0,74 standardhälvet.

- **Modaalsuse printsiip (*Modality Principle*):** Õpilased õpivad enam animatsioonist koos auditiivse jutustusega kui animatsioonist kirjaliku tekstiga. Multimeediumis info esitus peab olema loodud nii, et see kasutaks nii auditiivset kui visuaalset kanalit, mitte kaht samaliigilist kanalit (sama soovitus on ka Najjarilt (2001)). Kaht samaliigilist kanalit kasutades on õppija visuaalne tähelepanu lõhustatud. Silmad saavad suure hulga infot, kuid ainult osa sellest infost on võimalik edaspidi töödelda visuaalses töötavas mälus. Kuue Santa Barbara California Ülikoolis läbiviidud uurimuse tulemused näitasid, et animatsiooni ja teksti asendamine animatsiooni ja jutustusega suurendas õpitulemust (keskmine efekti suurus 1,17 standardhälvet).
- **Segmenteerimise printsiip (*Segmentation Principle*):** Õpilased mõistavad multimeediumi esitust paremini, kui see esitatakse õppija poolt kontrollitavate väikeste segmentidena, mitte aga pideva esitusena. Santa Barbara California Ülikoolis läbiviidud uurimuses leiti efekti suuruseks 1,36 standardhälvet. Seda printsiipi tuleks arvestada, kui info esitus on keeruline ja esituskiiirus suur.
- **Eelkoolituse printsiip (*Pretraining Principle*):** Õppijad mõistavad multimeediumi esitust paremini, kui nad teavad süsteemi komponentide nimesid ja käitumist. Kui mõlemad kanalid (visuaalne ja auditiivne) on üle koormatud olulise töötlemise vajadusega ning materjali pole võimalik segmenteerida, on alternatiiv eelkoolitus, milles õppija saab eelnevad juhised, mis puudutavad õpitava süsteemi komponente. Santa Barbara California Ülikoolis läbiviidud kolme uurimuse tulemused näitasid keskmiseks efekti suuruseks 1,00 standardhälvet.
- **Individaalsete erinevuste printsiibid (*Individual Differences Principles*):** Disaini efektid mõjuvad enam madalamate kui kõrgema teadmiste baasiga õppijatele ja enam kõrgema kui madala ruumilise tajuga õppijatele. Seega on kõik need strateegiad mõjuvamad uustulnukatele ja visuaalsetele õppijatele. Ka Najjar (2001) väidab oma uurimuste tulemuste põhjal, et multimeediumi materjalidel baseeruv õpe on kasulikum nende õppijate korral, kel väiksem eelteadmiste tase või võimekus õpitaval alal. Autor (Najjar, 2001) toob põhjusena välja asjaolu, et nõrgematel õpilastel pole kogemusi ühendamiseks ja mõistmaks saadud uut informatsiooni, samuti ei suuda nad eristada, milline info on oluline, millele tähelepanu suunata. Lisaks on uurimuste tulemused näidanud, et multimeediumi materjalide abil õppides saavad vanemad õppurid paremaid tulemusi kui nooremad. Samuti on täiskasvanutel paremad tulemused kui lastel (Najjar, 2001). Autor (Najjar, 2001) toob põhjuseks, et väikelapsed on enam pertseptuaalsel tasemel kui semantilisel, samuti näib auditiivse info töötlemise võimelisus arenevat varem kui visuaalse info oma. Lisaks asjaolu, et nooremad lapsed pööravad multimeediumi väljanägemisele ja efektidele enam tähelepanu kui edastatavale infole.

- Ruumilise võimekuse printsiip (*Spatial Ability Principles*): Kõrgekvaliteediline multimeediumi disain sobib enam kõrge ruumilise võimekusega õppijatega. Multimeediumi materjalide disainimisel tuleb olla kindel, et õppija oskab mentaalset esitust mälus hoida. Santa Barbara California Ülikoolis läbiviidud kahes uurimuses leiti keskmiseks efekti suuruseks 1,13 standardhälvet.

3.4. Küsimuste karakteristikute uurimused

McDonald (2002) märgib, et eksisteerivad füüsilised erinevused paberipliiaatsi ja arvutipõhise küsimise-vastamise vahel. Näiteks paberil esitatavate küsimuste puhul on õppijal tavaliselt võimalik neid korraga vaadata, kuid arvutis esitatakse enamasti üks küsimus korraga. Dimock & Cormier (1991; ref. McDonald; 2002) on leidnud, et küsimuste ükshaaval esitamisel on negatiivne efekt testi täitmisele, kuigi see mõju kaob kiirelt kogemuste tekkega. Sageli ei saa arvutipõhises testis või enesekontrollis ka vastatud küsimusi üle vaadata, mis võib õppijates põhjustada frustratsiooni (McDonald, 2002).

Park (1995) uuris õppestrateegiaid ning nende efektiivsust arvutipõhises õppes. Teiste õppestrateegiate seas uuriti abiküsimuste esitamist ning tulemusena ilmnis, et sellist liiki õpistrateegia on arvutipõhises õppes väga kasulik.

Rattanapian ja Gibbs (1995) on uurinud drillprogrammides esitatavate küsimuste valikut lähtuvalt õpilase võimekusest. Autorite poolt läbiviidud uurimuse tulemusena selgus, et võimekamad õpilased valisid vähem küsimusi ning kulutasid ühe sessiooni jaoks vähem aega kui vähemvõimekad õpilased.

3.5. Tagasiside karakteristikute uurimused

Clark ja Dwyer (1998) märgivad, et tagasiside on väga oluline väline stiimul, mis mõjutab õpitulemust. Croy ja Cook (1993/94) uurisid õpetajapoolse tagasiside ja arvuti vahendusel pakutud tagasiside mõju õpilastele. Ka arvutipoolse tagasiside õpilaste tulemustele koostas juhendaja, kuid õpilastele öeldi eksperimendis, et tagasiside annab arvuti. Selgus, et polnud erinevust klassitööst osavõtmises, küll aga oli klassi aktiivsus (mitu korda õpilased küsisid, vabatahtlikena vastasid või konsulteerisid juhendajaga kohe pärast õppetööd klassis) parem rühmal, kes sai õpetajalt otsest tagasisidet. Ka suhtumine õpetajasse, kaasõppuritesse ja saadud tagasisidesse ning eksamitulemused oli paremad õppijatel, kes said tagasiside inimeselt.

Tagasiside tasemes ehk üksikasjalikkuses lähevad aga uurimuste tulemused lahku: mõned neist väidavad, et parem on üksikasjalikum tagasiside, teised väidavad, et otstarbekam on lihtne, ainult õiget vastust teatav tagasiside (Dempsey & Litchfield, 1993; White & Breit, 1994; Clark & Dwyer, 1998).

Suhe tagasiside ja õppimise vahel on märksa keerulisem (White & Breit, 1994). Clark ja Dwyer (1998) nendivad, et kuna on erinevaid õpitulemusi (teadmine, mõistmine, rakendamine, analüüs, süntees ja hindamine), siis võib eeldada, et need vajavad ka erinevat liiki tagasisidet. Schimmel (1988; ref White & Breit, 1994) väidab, et verbaalse infoga ülesannetes tuleks pakkuda tagasisidet, mis annab korrektse vastuse, kuid intellektuaalse oskusega ülesannetes pakkuda kõrge võimekusega õpilastele tagasiside valikut, mis sisaldab erinevat hulka infot. Samuti on leitud, et tüdrukud tahavad saada enam tagasisidet kui poisid (Chanlin, 1999).

Kerkib ka küsimus, kas arvutiprogramm peab nõudma, et õpilane jätkaks vastamist kuni ta jõuab õige vastuseni. Noonan (1984; ref. Dempsey & Litchfield, 1993) väidab oma uurimuse tulemuse põhjal, et tagasiside, mis pakkus õppijale selgitust ja teist võimalust vastamiseks polnud kasulikum kui vaid õige vastuse teatamine.

Dempsey ja Litchfield (1993) võrdlesid oma uurimuses 4 erineva tasemega tagasisidet: (1) pakutakse vaid õiget vastust; (2) teatatakse õige vastus ja nõutakse selle sisestamist; (3) teatatakse õige vastus ja selgitatakse, miks teised variandid olid valed; (4) teatakse, et vastus on vale ja lubatakse uuesti proovida, pärast teistkordset valet vastust antakse teada õige vastus. Uurimuse tulemusena selgus, et järeltesti tulemus ei sõltunud pakutava tagasiside kompleksisusest ning nelja erineva tagasiside võrdluses polnud õppimise käigus tehtud vigade arvus erinevust. Seega, kuna tagasiside üksikasjalikkus ei määranud õpitulemust, on parem lihtne tagasiside, mis võtab vähem aega ja on ökonoomsem (Dempsey & Litchfield, 1993).

Ka Clark ja Dwyer (1998) võrdlesid oma uuringus nelja erinevat taset tagasisides: (1) tagasiside puudub; (2) teatatakse, kas vastus on õige või vale; (3) teatatakse, kas vastus on õige või vale ja vale vastuse korral antakse õige vastus; (4) teatatakse, kas vastus on õige või vale ja vale vastuse korral pakutakse informatsiooni õige vastuseni jõudmiseks. Ka selle uurimuse tulemuste kohaselt ei sõltunud õpitulemus pakutavast tagasisidest ning polnud ka statistiliselt olulist seost õpitulemuse liigi ning tagasiside taseme vahel.

Gordijin ja Wim (2002) poolt läbiviidud eksperimendis võrreldi kaht tagasisidet: (1) tagasiside, mis teatab vastuse õigsuse ja vale vastuse korral annab õige vastuse; (2) tagasiside, mis annab vale vastuse korral lisaselgituse. Uurijad jõudsid tulemuseni, et põhjalikum tagasiside ei parandanud õpilaste õpitulemust. Ühe põhjusena toovad autorid välja, et nähtavasti õppijad püüavad pigem õiget vastust meelde jätta, kui püüda mõista pakutud selgitust, millest viga tekkis või kuidas õiget vastust leida. Samas leiti, et tagasiside kompleksisuse efektiivsus sõltus õppijast. Õppijad, kes mõistsid teksti paremini, said selgitusi pakkuva tagasiside puhul paremaid õpitulemusi.

White ja Breit (1994) viisid läbi uurimuse selgitamiseks tagasiside ja õppija soorituse vahelisi seoseid arvestades ka õppija võimekust. Võrreldi kolme erinevat taset pakkuvat tagasisidet matemaatikaülesannetes: (1) ainult vastuse korrektsuse teatamine, (2) vastuse õigsuse ja vale vastuse korral õige tulemuse

teatamine ning (3) tulemuse ja vale vastuse korral lahenduskäigu teatamine. Ka matemaatikaülesanded olid kahel kognitiivsel tasemel: mälu ja interpreteerimine. Selgus, et erinevatel tagasiside tasemetel polnud statistiliselt olulist mõju lõpptesti tulemusele. Mälu tasemel ilmnes ka, et, mida kõrgem oli tagasiside tase, seda enam aega kõigi ülesannete täitmine võttis. Võimekusel ja tagasiside tasemel ei leitud koosmõju. Seetõttu märgivad antud artikli autorid (White & Breit, 1994) sarnaselt eelpoolkirjeldatud uurimustele, et kõige otstarbekam näib olevat minimaalse tagasiside andmine.

Võrreldes tagasiside ajastamises kohest ja viivitusega tagasisidet on uurimused andnud vastakaid tulemusi (Corbett & Anderson, 2001). On leitud, et viivitusega tagasiside võib soodustada meelepsidamist. Kohene tagasiside takistab õppijatel õppida vigade avastamisest ning ei soodusta metakognitsiooni. Autorite (Corbett & Anderson, 2001) poolt läbiviidud uurimuse tulemuste põhjal osutus aga õpitulemus suuremaks just kohest tagasisidet saanud rühmas.

Dempsey ja Litchfield (1993) aga kritiseerivad tagasiside ajastust käsitlevaid uurimusi ja nendivad, et ei olda järjekindlad termini 'kohene tagasiside' kasutamises. Mõnede autorite arvates on kohene tagasiside see, mis saadakse õppesessiooni lõpus, teiste arvates aga tagasiside, mis antakse õppijale nii kiiresti kui arvutisüsteem seda võimaldab. Autorid (Dempsey & Litchfield, 1993) nendivad, et seetõttu saadaksegi kohese ja viivitusega tagasisidet võrreldes vastakaid tulemusi.

Arvuti abil antav tagasiside võib olla kas tekst, graafika või heli. Surber ja Leeder (1988; ref. Weiss jt., 2002) väidavad oma uurimuse tulemuse põhjal, et tagasiside esitamine värvilise graafikana ei suurenda õppijate motivatsiooni. Eriti ettevaatlikud peavad õpitarkvara kavandajad olema animatsiooni kui tagasiside mehhanismi kasutamisel (Weiss jt., 2002).

Lisaks tagasisidele saab arvuti vahendusel pakkuda nii tekstilist, graafilist kui ka helilist vihjet. Heliline vihje on eriti oluline võõrsõnade õppimisel. Ikeda (1999) uuris tekstilisi ja helilisi vihjeid jaapani keele õppimisel. Kui õpilane ei teadnud vastust, võis ta valida enda soovi kohaselt kas tekstilise või helilise vihje. Selgus, et grammatika õppimisel saadi parem tulemus tekstilisi vihjeid kasutades, sõnavaras aga heliliste vihjete korral. Seejuures kasutasid madalamal tasemel õppijad grammatikat õppides helilisi vihjeid sagedamini kui kõrgemal tasemel õppijad, sõnavaras aga kasutas helilist vihjet enam kõrgemal tasemel rühm. Lisaks selgus, et grammatikat õppides kasutasid madalamal tasemel õppijad helilisi vihjeid enne vastamist, kõrgemal tasemel õppijad aga pärast vastamist. Sõnavara õppimisel õigesti vastates ei kasutanud madalamal tasemel õppijad helilist vihjet üldse, kuid kõrgemal tasemel õppijad kasutasid helilist vihjet ka pärast õieti vastamist. Seega kui lasta õppijatel endal valida sobiv tagasiside liik, siis madalamal tasemel õppijad ei oska valida nende jaoks vajalikku tagasisidet. Kõrgemal tasemel õppijad kasutasid helilisi vihjeid oma mälus visuaalselt esitatud sõnade ja sümbolite kinnistamiseks, samas madalamal tasemel õppijad kasutasid heli vihjeid ainult küsimusele vastuse kuulmiseks.

Antud paragrahvis käsitleti uurimusi, mis keskendusid ühe või mitme õpitarkvara karakteristiku efektiivsuse välja selgitamisele. Vaadeldi nii õpitarkvara atraktiivsust, õpitarkvara käsitlemist, info esitust, küsimuste kui ka tagasiside karakteristikut uurimusi. Nagu nägime on nende uurimuste tulemused mõneti vasturääkivad. Uurides vaid üht või mõnda õpitarkvara karakteristikut võib tekkida olukord, et uuritav õpitarkvara on küll kvaliteetne selle konkreetse karakteristiku suhtes, kuid sisaldab teisi mittekvaliteetseid disainielemente. Sellisel juhul ei pruugi ka mõne kvaliteetse, kuid paljude mittekvaliteetsete karakteristikutega õpitarkvara uurimuse tulemus näidata kvaliteetse karakteristiku efektiivsust.

KOKKUVÕTE

Haridustegelaste seas on tugev uskumus, et arvutitehnoloogial on pretsedenditu potentsiaal muuta õppimist (Reinking, 1997). Bransford jt. (1999) väidavad, et uued tehnoloogiad, sealhulgas ka info-kommunikatsioonitehnoloogia (IKT), pakuvad võimalusi luua õpikeskkonnad, mis oma võimaluste ulatuselt ületavad “vanu”, kuid siiani kasulikke tehnoloogiaid – raamatuid, tahvleid, lineaarset ühesuunalist meediat, nagu raadio ja televisioon. Kuid ainult arvutitehnoloogia ei garanteeri efektiivset õppimist. Mittekohane õpitarkvara või arvutitehnoloogia kasutamine võib hoopis õppimist takistada, näiteks kui õpitarkvara sisaldab liiga palju värve, kirjastiile, kui õpilane raiskab oma õppimisaega hüperruumis ekseldes jne.

Õpitarkvara eelisteks loetakse ülesande täitmise kiiret ja täpset hindamist (Liao, 1992; Van Dusen & Worthen, 1995) ja õpilaste suuremat hõivamist koolitunnis (Van Dusen & Worthen, 1995). Samuti peaks õpitarkvara uurijate (Wang & Sleeman, 1993b; Liao, 1992; Van Dusen & Worthen, 1995; Behrman, 1984; Williams & Brown, 1990) arvates lubama liikuda igal õpilasel omas tempos ja õpitarkvara peaks olema valmistatud nii, et õpitu jääks mällu (Wang & Sleeman, 1993b; Caftori, 1994).

Traditsioonilist õpet arvutite abil toimuva õppega võrdlevate uuringute tulemused on aga vasturääkivad. Ja kuigi on juba läbi viidud mitmeid uurimusi arvutite abil toimuva õppe ning õpitarkvara üksikute karakteristikute kohta, on ikka veel lai teemadering uurimata. Ikka veel jääb puudu õpitarkvara teoreetilisest baasist ning ületähtsustatakse tehnilisi lahendusi nagu graafikat ja heli (Higgins, 2000). Samas nendivad Wang ja Sleeman (1993b) oma artiklis, et ka õpitarkvara graafika, värvide, heli jt. karakteristikute spetsiifilisest mõjust õpitulemusele teatakse veel liiga vähe. Livingston ja Sandals (1992) väidavad, et sageli on õppematerjali disain programmeerija või graafikakujundaja äkilisest tujust sõltuv, mitte ei baseeru kvantitatiivsel analüüsil.

II UURIMISMETOODIKA TUTVUSTUS

§1. EKSPERIMENTIDE KAVANDAMINE

Nagu eelmises peatükis tutvustatud mitmed uurimused ja uurimuste meta-analüüsid näitasid, on tulemused õpitarkvara efektiivsuse kohta vasturääkivad. Miks annavad arvutipõhised õpet traditsioonilise õppega võrdlevad uurimused vastakaid tulemusi? Siin võivad üheks oluliseks põhjuseks olla õpitarkvara karakteristikute erinevad väärtused. Seepärast olekski oluline välja selgitada, millised omadused peavad olema õpitarkvaral, et õpilased saavutaks nendega töötades õppe-eesmärgid kõige efektiivsemal teel.

1.1. Eksperimentide eesmärk

Üha laialdasemalt kasutatakse nii Eesti koolides kui ka mujal maailmas õpitarkvara (Tiiger Luubis, 2001). Kuid mille alusel valib õpetaja oma õpilaskontingendile vastava õpitarkvara? Ka õpitarkvara koostajatel ja ekspertidel, kes otsustavad õpitarkvara headuse üle, pole kerge valida seda “parimate omadustega” õpitarkvara.

Mujal maailmas kasutatakse õpitarkvara hindamiseks ning valikuks enamasti teiste õpetajate poolt antud hinnanguid või tarkvarafirma poolt läbi viidud testimise tulemusi (*California Instructional Technology Clearinghouse; Superkids Educational Software Review; EvaluTech*). Nii soovitab Persichitte (1995) kasutada õpitarkvara hindamisel järgmisi kriteeriume:

- õpitarkvara on saanud teiste haridustegelaste poolt heakskiidu;
- õpitarkvara on testitud potentsiaalsete õppijate peal ja saanud heakskiidu;
- õppekavasse integreerimiseks on kättesaadavad sobivad toetavad materjalid;
- õpitarkvara eesmärgid on tihedalt seotud õppe-eesmärkidega;
- õpitarkvaras olevaid nõrku kohti saab adekvaatselt kompenseerida toetavate õppestrateegiatega;
- õpitarkvara on lisandiks kasutatavatele õppestrateegiatele;
- õpitarkvara saab kohandada konkreetse kooliga.

Selliseid kriteeriume saab aga kasutada juba olemasoleva õpitarkvara hindamiseks. Samas on oluline juba õpitarkvara kavandamise ja teostamise juures arvestada “häid” kriteeriume, et mitte toota ebaefektiivset õpitarkvara. Töötamiseks välja kriteeriume, mis aitaks määrata, milline on efektiivne õpitarkvara, on vajalik akadeemiliste teadmiste ja praktiliste kogemuste integratsioon (Min jt., 1998).

Antud töö eesmärgiks oligi selgitada, millised õpitarkvara karakteristikud (õpitarkvara poolt pakutavaid võimalusi kirjeldavad karakteristikud, õpitarkvara käsitlemise karakteristikud, info esituse karakteristikud, küsimuste esitamise ja vastamise ning tagasiside karakteristikud) on seotud õpilaste õpitulemustega. Seejuures pöörates tähelepanu mitte niivõrd õppeaine spetsiifikale ning vastava aine õpetamise didaktikale, vaid eelkõige üldistele karakteristikutele, mis võivad mõjutada õpitarkvara abil õppimise tulemust kõikides õppeainetes. Nende efektiivsete karakteristikute (õpitulemusega statistiliselt olulises seoses olevate karakteristikute) väljaselgitamise tulemusena saab anda soovitusi nii õpitarkvara koostamise kui ka valiku osas. Varasemad uurimused on vaadelnud üksikuid karakteristikuid või karakteristikute gruppe (ikoonid, hüperlingid, graafika). Antud uurimuses aga püütakse erinevaid õpitarkvara karakteristikuid vaadelda komplekselt.

Õpikute kohta on välja selgitatud karakteristikud, mis muudavad loetava mõistetavamaks ning leitud, millised illustratsioonid aitavad esitatud informatsioonist paremini aru saada (Mikk, 2000). Kuigi ka enamus Eestis kasutatavast õpitarkvarast põhineb tekstil ning staatilisel graafikal, on info esitamisel arvutis ning selle abil õppimisel terve rida erinevusi (Boyle, 1997; Phillips, 1997; Walz, 2001; Cassie, 2003). Buckleitner (1999) toob välja, et traditsioonilised raamatud on fikseeritud, lineaarsed meediumid ning seetõttu tuleb nende hindamisel teha otsustusi kvantiteedi (kui mitu lehekülge) ja graafika ning teksti kvaliteedi kohta küllaltki lihtsas, ettekirjutatud protsessis. Seevastu õpitarkvarale lisandub kasutajaliides.

Kuna arvutipõhise õppega seotud valdkond on laiaulatuslik – juba õpitarkvara liigitatakse mitmesse kategooriasse, siis polnud võimalik uurimusse valida kõiki õpitarkvara liike. Lisaks on igal õppeainel omad spetsiifilised iseärasused. Kuna Eesti koolides on praegusel ajal kõige enam levinud tekstipõhised elektroonilised õpikud, õpiotstarbelised veebilehed, drillprogrammid ning arvutipõhised testid (Sarapuu jt., 2003), siis piirduti antud töös elektrooniliste õpikute ning drillprogrammide uurimisega. Lisaks saab elektrooniliste õpikute efektiivseid karakteristikuid kasutada tekstipõhiste õpiotstarbeliste veebilehtede korral. Drillprogrammide ning elektrooniliste õpikute enesekontrolli efektiivseid karakteristikuid on aga võimalik arvestada arvutipõhiste testide juures.

Õpitarkvara efektiivsed karakteristikud sõltuvad kindlasti õppiija vanusest ning arvutikogemusest. Elektroonilised õpikud on levinud enam kooli kesk- ning vanemas astmes, kus õpilane on võimeline ka iseseisvalt õppematerjaliga töötama, drillprogrammidel on aga oluline roll just algklassides baasoskuste omandamisel. Seetõttu valiti antud eksperimentide kontingendiks vastavalt Eesti kooli viimase ja esimese kooliastme õpilased. Sellise valiku abil sai ka võrrelda mõnede õpitarkvara karakteristikute (nupud, ikoonid, värvilahendus, atraktiivsus, tagasiside jms.) efektiivsust eri vanuses kasutajate korral.

Antud uurimustega püüti vastata järgmistele küsimustele:

- Milliseid õpitarkvara karakteristikuid peavad arvestama õpetajad ja õpitarkvara koostajad?
- Kas poiste ja tüdrukute jaoks peab koostama erinevate karakteristikute väärtustega õpitarkvara?
- Kas akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste jaoks peab koostama erinevate karakteristikute väärtustega õpitarkvara?

Eksperimentide kavandamisel lähtuti õpikute analüüsi ning õpikute loetavuse valemite väljatöötamise meetodikatest. Õpiku analüüsi kasutatakse, et teada, kas konkreetne õpik on kohane õpilastele. Analüüsi alla kuulub paljude õpiku aspektide hindamine. Võib juhtuda, et õpik on väga hea mõne aspekti osas ja mitte nii hea mõne teise aspekti osas. Niiõelda summaarse analüüsi meetodina kasutatakse järgmist meetodikat, mida saab kasutada analüüsima õpiku teksti loetavust või õpiku mõistmise kergust (Mikk, 2000: 109–115):

1. Eesmärkide defineerimine: milliseid õpiku tekste hinnatakse, mis aspektist, kes on teksti lugejad jne.
2. Põhitekstide valik. Tekstid peavad olema representatiivsed kogumi suhtes, mida kavatakse analüüsida saadud tulemuste abil. Korrelatsioonanalüüsi läbiviimiseks ja esinduslikkuse kindlustamiseks on vaja 30–300 tekstilõiku pikkusega 100 sõnast mitmesaja sõnani.
3. Põhitekstide analüüs. Baseerudes varasemate uurimuste tulemustele valitakse karakteristikud, mida analüüsitakse.
4. Põhitekstidega saavutatud õpitulemuste eksperimentaalne määratlemine. Õpilased õpivad materjali valitud põhitekstide abil ning iga teksti korral mõõdetakse õpilaste poolt saavutatud õpitulemus.
5. Andmete korrelatsioonanalüüs. Leitakse seosed kõikide katses osalenud õpilaste keskmiste õpitulemuste ja karakteristikute väärtuste vahel.

1.2. Elektrooniliste õpikute eksperimendi kirjeldus

Õppeaastal 2000/01 viidi läbi kooliekspereiment neljas Eesti koolis. Eksperimendis kasutati 35 tervikteemat 6 erinevast elektroonilisest õpikust. Algselt oli antud eksperiment kavandatud 7 elektroonilise õpiku ja 40 tervikteemaga, kuid edasisest analüüsist jäi välja üks elektrooniline õpik (*Anorgaaniline keemia*). Kuna ühes koolis jäeti antud elektroonilise õpiku korral vastavad eksperimendi tunnid läbi viimata, siis polnud võimalik arvutada kõikide eksperimendis osalenud õpilaste keskmisi õpitulemusi selle elektroonilise õpiku korral.

Uurimuses kasutati ühe grupi eksperimendi, mille abil võrreldi õpitulemusi, mis saavutati erinevate elektrooniliste õpikutega iseseisvalt töötades. Katses osales 54 kümnenda klassi õpilast (21 poissi ja 33 tüdrukut). Koolideks valiti Tiigrihüppe pilootkoolid, kus oli olemas korralik arvutiklass ja infojuht, kes

pakkus eksperimendis osalevatele õpetajatele vajalikku tehnilist abi. Eksperiment kestis kokku 8 kuud.

Katse käik nägi välja järgmine: Õpilased täitsid eeltesti, millega püüti määrata õpilaste eelnevad teadmised õpitavas valdkonnas. Kasutades juhendit avasid õpilased seejärel vastava elektroonilise õpiku ja said ülesandeks omandada vastava teema kohta (kirjas juhendis) nii palju õppematerjali, kui võimalik. Õpilased võisid kasutada hüperlinke ning liikuda teistele teemadele. Õppimisaeg polnud piiratud. Teemade pikkus oli valitud arvestades, et 10. klassi õpilane suudaks ühes teemas pakutava informatsiooni omandada umbes 20–30 minuti jooksul.

Kuna oli vaja kindlustada, et eksperimendi tulemus sõltuks vaid elektroonilise õpiku karakteristikute väärtustest ja õpilastest, võis õpetaja pakkuda ainult tehnilist abi ning jutuaajamine kaasõpilastega oli keelatud. Erinevate õpetajate selgituste fikseerimine katse käigus oleks olnud väga töömahukas, samuti nende hilisem analüüs. Antud uurimistöö eesmärk polnud õpetaja tegevuse uurimine, seega korraldati eksperiment viisil, kus õppematerjalide omandamine toimus iseseisva töö käigus.

Õppimine ja testi tulemus sõltub oluliselt õppijast. Õppijate erinevuste ellimineerimiseks töötas iga katseisik kõikide eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemadega. See tagas, et erinevused erinevate teemade testide tulemustes olid tingitud erinevustest nende teemade esituse efektiivsuses, mitte aga õppijatest.

Navigeerimisoskus elektrooniliste õpikute hüpertextis võib sõltuda õpilase kogemusest arvatiga (Reed & Oughton, 1997; Eom & Reiser, 2000), see aga omakorda mõjutab õpitulemust (Eom & Reiser, 2000; Gabbard, 2000). Et elektroonilise õpiku kasutamise strateegiad ning õpitulemused ja õpilaste hinnangud ei sõltuks eksperimendis varasemalt kasutatud õpitarkvara abil omandatud oskustest, vaid konkreetse elektroonilise õpiku disainist, oli eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute järjekord osalevates koolides erinev (vt. tabel 2.1). Elektrooniliste õpikute teemade järjekorra võis valida kool vastavalt oma ainekavale ning seetõttu oli ka õpitavate teemade järjekord erinevates koolides mõnevõrra erinev.

Tabel 2.1 Elektrooniliste õpikute järjekord eksperimendis osalenud katsekoolides.

Elektrooniline õpik	Kool nr 1.	Kool nr 2.	Kool nr 3.	Kool nr 4.
Hulk	1	3	2	6
Euroopa ja Baltimaad XX sajandil	2	1	5	4
Maaailma ja Eesti ajalugu	6	4	3	3
Eesti geograafia	3	2	1	5
Keemia õppetükid	4	5	6	1
Eesti keele ortograafiakursus	5	6	4	2

Pärast elektroonilise õpiku teema õppimist täitsid õpilased järeltesti, millega kontrolliti materjali omandatust. Nii nagu eeltesti, nii ka järeltesti täitmise aeg polnud piiratud. Eel- ja järeltestid mõõtsid vastavalt Bloomi' õppe-eesmärkide taksonoomiale (Krull, 2000: 51–55) teadmist, mõistmist, rakendamist ja analüüsi. Lisaks täitsid õpilased iga elektroonilise õpiku teema kohta ankeedi.

Varasemate uurimuste tulemused on näidanud, et pikaajalised eksperimendid võivad muuta õpilaste suhtumisi ning hinnanguid uuritava alal (Lee, 1999). Seetõttu täitsid osalevad õpilased pärast eksperimendi lõppu lõppankeedi, mille põhjal püüti hinnata nende arvutioskust ja suhtumist arvutite kasutamisse õppetöös ning selle muutust.

Elektrooniliste õpikute uurimuse **hüpoteesid** olid:

- Lisaks info esitamise karakteristikutele mõjutavad elektroonilise õpiku efektiivsust ka selle käsitlemise ning pakutava enesekontrolliga seotud karakteristikud.
- Tüdrukud vajavad lihtsamini käsitsetavaid elektroonilisi õpikuid.
- Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste jaoks on vajalik koostada erinevate karakteristikute väärtustega elektroonilisi õpikuid.

1.3. Drillprogrammide eksperimendi kirjeldus

Koolieksperiment drillprogrammide efektiivsete karakteristikute väljaselgitamiseks viidi läbi õppeaastal 2002/03 ja õppeaasta 2003/04 esimesel veerandil neljas Eesti koolis. Eksperimendis kasutati 34 tervikteemat 27 erinevast õpi-programmist. Kuna drillprogrammid on kõige laialdasemat kasutust leidnud matemaatikas ja võõrkeeles, siis valitud 15 teemat oli matemaatikast, ja 19 sõnade komplekti inglise keelest. Matemaatika ja inglise keel valiti ka neil põhjustel, et varasemate uurimuste tulemused on näidanud just nendes ainetes drillprogrammide kõige suuremat efektiivsust (Williams & Brown, 1990; Trotter, 1998; Clements, 1999). Algselt oli antud eksperiment kavandatud enamate drillprogrammidega, kuid kuna mõnes katses osalenud koolis tekkisid tehnilised probleemid kolme matemaatika drillprogrammiga, siis polnud võimalik arvutada kõikide uurimuses osalenud õpilaste keskmisi õpitulemusi nende õpiprogrammide korral ning vastavad drillprogrammid jäid eksperimentist välja.

Uurimuses kasutati ühe grupi eksperimenti, mille abil võrreldi õpitulemusi, mis saavutati erinevate drillprogrammidega iseseisvalt matemaatilisi oskusi või inglise keele sõnavara harjutades. Katses osales 80 õpilast (37 poissi ja 43 tüdrukut), kes olid õppeaastal 2002/03 kolmandas klassis. Kontingendiks oli valitud kolmas klass, kuna just algklassides on baasoskuste arendamisel kõige suurem osa (edaspidises koolitöös on raske hakkama saada korrutustabelit tundmata või keeleõppes sõnavara valdamata). Eksperimendis osalenud koolid valiti Tiigrihüppe Sihtasutuse soovitusel, arvestades, et neis koolides oleks

korralik arvutiklass ja infojuhi toetus eksperimendis osalevatele õpetajatele. Eksperiment kestis kokku 11 kuud.

Eksperimendi käik oli järgmine: õpilased täitsid eeltesti, millega püüti määrata õpilaste eelnevaid teadmisi. Seejärel kasutasid õpilased 15 minuti jooksul vastavat drillprogrammi. Kuna oli vaja kindlustada, et katse tulemus sõltuks vaid õpiprogrammist ning õpilastest, võis õpetaja pakkuda ainult tehnilist abi (näiteks, kuidas alustada drillprogrammi uuesti või kuidas näha oma tulemust jne.) ning jutuajamine kaasõpilastega oli keelatud. Ka Jackson ja tema kolleegid (2001) soovivad drillprogrammide puhul individuaalset õppetööd.

Pärast harjutamist drillprogrammiga jätkati tavatunniga. Järeltesti täitsid õpilased järgmise tunni algul (pärast vahetundi) ja selle abil kontrolliti harjutatud matemaatika oskuse või inglise keele sõnavara omandatust. Eel- ja järeltestid mõõtsid antud eksperimendis vastavalt Bloomi' õppe-eesmärkide taksonoomiale (Krull, 2000: 51–55) teadmist. Õpilased täitsid ka ankeedi konkreetse drillprogrammi teema kohta.

Õpilaste erinevuste ellimineerimiseks töötas ka selles eksperimendis iga katseisik kõikide teemadega. See tagas, et erinevused erinevate teemade testide tulemustes olid tingitud erinevustest nende teemade karakteristikute efektiivsusest, mitte aga õppijaist.

Drillprogrammide eksperimendi korral hinnati õpilaste suhtumisi ning hinnanguid arvutikasutamisse ja eksperimendis harjutatavatesse õppeainetesse nii enne kui pärast eksperimenti. Selleks täitsid osalevad õpilased enne eksperimendi käivitumist eelankeedi ja pärast eksperimenti lõppankeedi.

Drillprogrammide uurimuse **hüpoteesid** olid:

- Lisaks info esitamise karakteristikutele mõjutavad drillprogrammi efektiivsust ka selle käsitlemise ning pakutava tagasisidega seotud karakteristikud.
- Tüdrukud vajavad lihtsamini käsitletavaid drillprogramme.
- Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste jaoks on vajalik koostada erinevate karakteristikute väärtustega drillprogramme.
- Drillprogrammide liigne atraktiivsus ning mängulisus vähendavad õpitulemust.

§2. ELEKTROONILISTE ÕPIKUTE KARAKTERISTIKUD

Samal ajal koolieksperimendiga analüüsiti elektrooniliste õpikute teemasid erinevatest aspektidest. Analüüsitavad karakteristikud valiti varasematest uurimustest (Mayer & Gallini, 1990; Liao, 1992; Wang & Sleeman, 1993a; Behrmann, 1994; Caftori, 1994; Van Dusen & Worthen, 1995; Berson, 1996; McCoy, 1996; Hughes, 1998; Crozier, 1999; Higgins, 2000; How to evaluate... 2000;), õpitarkvara koostamise käsiraamatutest (Boyle, 1997; Phillips, 1997; Alessi & Trollip, 2001) ja kuna tegemist oli elektrooniliste õpikutega, siis ka õpikute uurimustest ning loetavuse valemitest (Mikk, 2000).

Ühtekokku hinnati 206 elektroonilise õpiku karakteristikut. Kuna mõningate karakteristikute väärtused olid kõikide elektrooniliste õpikute teemade korral võrdsed, eemaldati need karakteristikud järgnevast korrelatsioonanalüüsist. Seega jäi lõppanalüüsi 136 elektroonilist õpikut iseloomustavat karakteristikut. Neist 48 iseloomustasid elektroonilise õpiku käsitlemist ja õppematerjalis navigeerimist (nuppude arv ja tunnus, ikoonide arv ja tunnus, hüperlinkide arv, menüüde karakteristikud jt.), 40 kujundust (teksti ja graafika paigutus ekraanil, olulise info välja toomine, graafika kasutamine, värvide kasutamine jt.), 21 teksti esitamist (teksti esituspikkus täheruumides, terminilisus, nimisõnade abstraktsus jt.), 24 enesekontrolli võimalusi (küsimuste arv ja liigid, vastamisvõimalused, tagasisideliikide arv, reageerimine õige ja vale vastuse korral jt.) ning 3 elektroonilist õpikut üldiselt (teostuse huvitavus, arvuti võimaluste kasutamine ja kasutaja identifitseerimine). Analüüsitud karakteristikute nimekiri on toodud Lisas 1.

Vaid 9 karakteristikuhulka sai kasutatud eksperthinnanguid. Ekspertideks valiti 4 inimest (2 meest ja 2 naist). Ekspertideks olid arvutiõpetaja, programmeerija, 11. klassi õpilane ja Sihtasutuse Archimedes projekti ISE (*Info-süsteemid Hariduses*) töötaja. Ekspertid hindasid elektrooniliste õpikute 9 karakteristikut (tiitellehe atraktiivsus, õpitarkvara mängulisus, teostuse huvitavus, seos igapäevaeluga, arvuti võimaluste ära kasutamine, õppetunni osadeks jaotamine, loogiline ülesehitus, seosed osade vahel ja õppematerjali konkreetsus) 5-pallisel skaalal. Ekspertid said hindamislehe, kus oli kirjas hindamiskaala ning neid instrueeriti enne hinnangute andmist. Ekspertihinnangute reliaablus (Cronbachi α) oli 0,88 ja ekspertidele jagatud hinnangulehe sisulist valiidsust kontrollisid kaks sõltumatut eksperti. Konkreetse karakteristikuhulka väärtuseks arvutati ekspertide hinnangute mediaan.

Järgnevalt kirjeldatakse eksperimendis kasutatud karakteristikuid ning nende võimalikke väärtusi vastavalt karakteristikute liikidele. Paksus trükikirjas on toodud eksperimendis analüüsitud elektrooniliste õpikute karakteristikud.

2.1. Elektrooniliste õpikute poolt pakutavaid võimalusi kirjeldavad karakteristikud

Sageli arvatakse, et õpiprogramm peaks olema küllalt atraktiivne, et see motiveeriks ja köidaks last. Van Dusen ja Worthen (1995) märgivad, et lastes suurendavad õpimotivatsiooni animeeritud karakterid, hääle võimalused, värviline graafika. Caftori (1994) aga väidab, et hea õpiprogramm peaks last üheaegselt nii köitma kui ka õpetama. Kirjeldamaks elektroonilise õpiku atraktiivsust, analüüsiti ekspertide poolt kaht karakteristikut: **‘Teostuse huvitavus’** ja **‘Arvuti võimaluste ärakasutamine’**. Mõlemaid nimetatuid karakteristikuid hindasid eksperdid 5-pallisel skaalal. Karakteristiku ‘Teostuse huvitavuse’ juures vastas väärtus –2 hinnangule ‘teostus täiesti ebahuvitav’, väärtus –1 hinnangule ‘teostus ebahuvitav’, väärtus 0 hinnangule ‘teostus keskmiselt huvitav’, väärtus 1 hinnangule ‘teostus huvitav’ ja väärtus 2 hinnangule ‘teostus väga huvitav’. Karakteristiku ‘Arvuti võimaluste ärakasutamine’ väärtustele –2 kuni 2 vastavad hinnangud olid järgmised ‘arvuti võimalusi pole üldse ära kasutatud’, ‘arvuti võimalusi on natuke ära kasutatud’, ‘arvuti võimalusi on keskmiselt ära kasutatud’, ‘arvuti võimalusi on suhteliselt palju ära kasutatud’ ja ‘arvuti võimalusi on väga palju ära kasutatud’. Karakteristikute väärtusteks arvutati nelja eksperdi hinnangute mediaan.

Mitmed õpiprogrammid esitatakse mängulises vormis, et motiveerida õppijat (Silver, 1992; Laurentiis, 1993; McCoy, 1996; Boyle, 1997; Goyne jt., 2000). Ka Astleitner ja Leutner (2000) soovivad pakkuda õpitarkvara mängulises vormis ning kasutada huumorit. Seejuures ei peaks õpitarkvaras pakutav mäng olema õppija jaoks keeruline, vaid see peab olema õpilase jaoks meeldiv, midagi, millega ta saab hakkama. Higgins (2000) aga leiab, et õpitarkvara juures ei tohiks mängulisusega üle pakkuda. Ka elektrooniliste õpikute puhul hindasid eksperdid nende poolt pakutava õppematerjali esituse mängulisust. Karakteristiku **‘Mängulisus’** väärtusele –2 vastas ekspertide hinnang ‘õppematerjal pole esitatud üldse mänguliselt’, väärtusele –1 vastas hinnang ‘õppematerjal pole esitatud kuigi mänguliselt’, väärtusele 0 vastas hinnang ‘õppematerjal on esitatud kasutades keskmiselt mängulisust’, väärtusele 1 vastas hinnang ‘õppematerjal on esitatud üsna mänguliselt’ ja väärtusele 2 vastas hinnang ‘õppematerjal on esitatud väga mänguliselt’. Kuna kõikide elektrooniliste õpikute teemade puhul andsid kõik eksperdid mängulisusele väärtuse –2, jäi see karakteristik järgnevalt analüüsist välja.

Mitmed autorid (Kliman, 1999; Oh, 1999; Goyne jt., 2000) märgivad, et suure hulga õppijate tarbeks mõeldud ideaalne õpitarkvara peaks olema erinevate raskusastmetega, nii et see pakuks igale õppijale tema tasemele vastavat väljakutset ning järjest raskemaid tasemeid valides suureneks õppija oskused. Liiga keerukas õppematerjali esitus võib frustrerida õppijat, liiga lihtne tekitab aga õppijates tüdimust ja kahandab õpimotivatsiooni (Goyne jt., 2000). Elektrooniliste õpikute eksperimendis kasutati karakteristikut **‘Tasemete arv’**, kus

karakteristiku väärtuseks anti arv, mitmel erineval tasemel on võimalik valida elektroonilise õpiku konkreetse teema esitust. Kuna kõikide eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade puhul pakuti õppematerjali esitust vaid ühel raskusastmel, jäi ka see karakteristik järgnevast analüüsist välja.

Viienda elektrooniliste õpikute poolt pakutavaid võimalusi kirjeldava karakteristikuna analüüsiti eksperimendis karakteristikut '**Kasutaja identifitseerimine**', kuna Behrman (1984) väidab, et personaalne pöördumine õppija poole suurendab õpimotivatsiooni enam kui umbisikuline pöördumine. Karakteristik '**Kasutaja identifitseerimine**' oli alternatiivskaalal olev karakteristik, mis võis omada väärtusi 0 (elektroonilises õpikus ei küsita kasutaja nime) või 1 (elektroonilises õpikus küsitakse kasutaja nime).

2.2. Elektrooniliste õpikute käsitsemist kirjeldavad karakteristikud

Ajal, mil viidi läbi elektrooniliste õpikute eksperimendi, oli vaid 63% Eesti koolidest püsiühendus ja 71% neist püsiühendusega koolidest oli püsiühenduse kiirus 128 Kbps või vähem (Tiigrihüppe Sihtasutuse Aastaraamat 2000). Selgitamaks, kas internetiühendust vajavad elektroonilised õpikud on üldse otsustarbekad, sai üheks karakteristikuks võetud '**Interneti kasutamine**'. Interneti kasutamise osas eristati elektroonilisi õpikuid, mis olid kättesaadavad vaid interneti vahendusel, kasutasid mõnikord internetti (näiteks hüperlink mõnele interneti lehele) või ei sõltunud üldse arvutivõrgust. Vastavalt nendele võimalustele omistati karakteristikule väärtuseks kas 1, 0 või -1.

Alessi ja Trollip (2001: 49) soovivad, et tiitelleht ei tohiks kaduda mõnede sekundite jooksul pärast tiitelehe avamist, vaid programm peaks jätkuma vaid kasutaja tegevuse kaudu. Kasutaja peab saama otsustada, millal ta jätkab programmiga või soovib üldse tiitellehelt väljuda. Iseloomustamiseks selliste võimaluste pakkumist elektrooniliste õpikute poolt analüüsiti eksperimendis kaht karakteristikut '**Tiitellehelt jätkamine**' ja '**Tiitellehelt väljumisvõimalused**'. Karakteristik '**Tiitellehelt jätkamine**' oli alternatiivskaalal (võis omada ainult kaht erinevat väärtust) olev karakteristik, kus väärtus 0 omistati juhul, kui tiitelleht kadus ise teatud aja pärast ning väärtus 1 juhul, kui elektroonilise õpikuga jätkamiseks läks vaja kasutaja tegevust (vajutada teatud klaviatuuri klahvi või klikkida ekraanil oleval teatud nupul). Karakteristikule väärtust ei omistatud juhul, kui elektroonilisel õpikul polnud tiitellehte. Kuna mitte ühegi eksperimendis kasutatud elektroonilise õpiku puhul ei kadunud tiitelleht ise, jäi see karakteristik järgnevast analüüsist välja. Karakteristik '**Tiitellehelt väljumisvõimalused**' võis aga omada kolme erinevat väärtust. Väärtuse 0 korral polnud elektroonilise õpiku tiitellehelt väljuda võimalik. Väärtuse 1 korral sai tiitellehelt küll väljuda, kuid väljumiseks polnud vastavat nuppu, ikooni või hüperlinki (näiteks sai väljuda kasutades *Esc*-klahvi või sulgedes õpitarckvara akna

paremal ülal olevast ristist). Väärtus 2 omistati karakteristikule 'Tiitellehelt väljumisvõimalused' juhul, kui väljumiseks oli tiitellehel vastav nupp, ikoon või hüperlink. Analoogiliselt karakteristikuga 'Tiitellehelt jätkamine' jäeti ka karakteristikule 'Tiitellehelt väljumisvõimalused' väärtus omistamata juhul, kui elektroonilisel õpikul tiitellehte polnud.

Alessi ja Trollip (2001: 49) kirjutavad, et juhul kui tiitellehele on lisatud video, heli või animatsioon, peab kasutajal olema võimalus neid esitusi katkestada. Kuna õpitarkvara kasutatakse enamasti mitmel korral, siis pikad dünaamilised esitused, mida ei saa katkestada, muutuvad kasutaja jaoks tüütavateks. Alternatiivskaalal olev karakteristik '**Tiitellehel saab dünaamilisi esitusi katkestada**' omas väärtust 0 juhul, kui dünaamiliste esituste katkestamise võimalus puudus ning väärtust 1, kui selline katkestamisvõimalus oli olemas. Juhul, kui elektroonilisel õpikul polnud tiitellehte või kui tiitellehel polnud dünaamilisi esitusi, jäi sellele karakteristikule väärtus omistamata. Kuna kõikide eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute tiitellehtedel olevate dünaamiliste esituste korral pakuti ka võimalust neid esitusi katkestada, jäi ka see karakteristik edasisest analüüsisst välja.

Alessi ja Trollip (2001: 49) soovivad teha tiitellehel selgeks, kuidas saab õpiprogrammiga jätkata. Alternatiivskaalal oleva karakteristiku '**Tiitellehel juhised elektroonilise õpikuga jätkamiseks**' väärtus 0 tähendas selliste selgituste puudumist ning väärtus 1 selgituste olemasolu. Ka sellele karakteristikule jäi väärtus omistamata juhul, kui elektroonilisel õpikul polnud tiitellehte.

Alessi ja Trollip (2001: 50) loevad juhtnööride olemasolu vajalikuks iga multimeediumi õpitarkvara korral. Ka antud uurimuses analüüsiti juhtnööride olemasolu ning nende poolt pakutavaid võimalusi. Karakteristikud '**Juhtnöörid**' ja '**Juhtnöörid kogu aeg saadaval**' olid alternatiivskaalal olevad karakteristikud, mis võisid omada väärtusi 0 või 1. Juhtnöörideks loeti antud uurimuses need juhised, mis kirjeldasid konkreetsetes elektroonilises õpikus kasutatavate nuppude ja ikoonide funktsioone või elektroonilises õpikus navigeerimist. Sellise võimaluse olemasolu korral omistati vastava karakteristiku väärtuseks 1 ja selle puudumisel 0. Juhtnöörid loeti kogu aeg saadaval olevateks, kui vastavad kirjeldused olid kogu elektroonilise teema kasutamise ajal ekraanil nähtaval ja vastava karakteristiku väärtuseks omistati sellisel juhul 1.

Kui juhtnöörid polnud kogu aeg elektroonilise õpiku kasutamise ajal saadaval, oli võimalik, et juhtnööridesse sai kas ühe või enama klahvivajutusega. Kui õpilane vajab elektroonilise õpiku kasutamise ajal abi, siis peaks ta seda saama võimalikult lihtsalt ning kiiresti. Seepärast analüüsiti uurimuses ka karakteristikut '**Juhtnööridesse minekuks vajalike operatsioonide (klahvivajutuste) arv**'. Selle karakteristiku väärtuseks omistati arv, mitu operatsiooni oli minimaalselt vaja teha jõudmaks juhtnööridesse. Operatsioonideks loeti klahvivajutus kas hiirelt või klaviatuurilt. Juhul, kui juhtnöörid olid kogu aeg saadaval, oli vastava karakteristiku väärtuseks 0 ja juhul, kui elektroonilises õpikus ei esitatud juhtnööre, jäeti vastavale karakteristikule väärtus omistamata.

Alessi ja Trollip (2001: 50) soovivad, et õpitarkvara lõpus vajalikke juhtnööre ei peaks kuvama õpitarkvara algul. Antud uurimuses analüüsiti karakteristikut, mida nimetati '**Juhtnöörid liigendatud**'. Vastav karakteristik oli alternatiivskaalal ja sai väärtuse 0 juhul, kui kõik juhtnöörid kuvati korraga ja väärtuse 1 juhul, kui kuvatavate juhtnööride sisu sõltus asukohast elektroonilises õpikus (näiteks kuvati enesekontrolli puudutavad juhtnöörid vaid enesekontrolli moodulis). Ka sellele karakteristikule jäeti väärtus omistamata juhul, kui elektroonilises õpikus juhtnööre ei pakutud.

Alessi ja Trollip (2001: 50) soovivad keerulisemate tegevuste korral pakkuda kasutajale kas demonratsiooni või võimalust konkreetset tegevust praktiliselt harjutada. Antud uurimuses analüüsiti nii karakteristikut '**Demonratsiooni pakkumine**' kui ka karakteristikut '**Praktilise harjutamise pakkumine**'. Mõlemad karakteristikud olid alternatiivskaalal ja said väärtuse 1 juhul, kui elektroonilises õpikus pakuti sellist võimalust ning väärtuse 0 juhul, kui sellist võimalust ei pakutud. Kuna üheski eksperimendis kasutatud elektroonilises õpikus selliseid võimalusi ei pakutud, jäid mõlemad viimati kirjeldatud karakteristikud edasisest analüüsist välja.

Kui õpitarkvaras nõutakse kasutaja nime sisestamist, peaks sisestamiseks vajalik toimingute hulk olema minimaalne ning kasutajal peaks olema võimalus oma andmeid parandada (Alessi & Trollip, 2001: 51). Selgitamaks, kui lihtne on elektrooniliste õpikute puhul kasutaja andmete sisestamine ja nende parandamine, analüüsiti antud uurimuses kaht karakteristikut: '**Kasutaja andmete salvestamine**' ja '**Kasutaja andmete parandamisvõimalus**'. Mõlemad karakteristikud olid jällegi alternatiivskaalal. Neist esimese karakteristikute puhul tähendas väärtus 1 olukorda, kus kasutaja andmed salvestatakse ning elektroonilise õpiku korduval kasutamisel peab kasutaja vaid valima salvestatud kasutajate nimekirjast enda nime. Väärtus 0 omistati antud karakteristikule juhul, kui kasutaja pidi iga kord oma nime uuesti sisestama. Karakteristiku 'Kasutaja andmete parandamine' väärtuseks omistati 1 juhul, kui kasutajal oli võimalik kord sisestatud andmeid muuta ning 0 juhul, kui talle sellist võimalust ei antud. Juhul, kui kasutaja andmeid elektroonilises õpikus üldse ei küsitud, jäid nende karakteristikutele väärtused omistamata. Kuna kõikide eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade korral olid vastavate karakteristikute väärtused võrdsed, jäid ka need karakteristikud edasisest analüüsist välja.

Reeves (1997) märgib, et arvutipõhises õppes antakse sageli õppijale võimalus otsustada, millist osa materjalist õppida ja/või millist teed kasutada interaktiivse materjali läbimiseks. Mitmed autorid (Barab jt., 1999; Laurentiis, 1993) väidavad, et õppijale antud võimalus juhtida oma õppimist on oluline aspekt õppimises. Jonassen (1986) väidab, et selliste võimaluste abil saab arvestada õppijate individuaalseid erinevusi, pakkuda kasutajale suuremat vastutust ja seeläbi motiveerida kasutajat enam. Kasutajale pakuvad õppematerjalid juhtimisvõimalusi nupud, ikoonid, menüüd, klahvikombinatsioonid ja hüperlingid.

Alessi ja Trollip (2001: 53–58) nimetavad nuppe, menüüsid ja hüperlinke juhtimismeetoditeks. Antud uurimuses omistati karakteristikku **‘Juhtimismeetodeid kokku’** väärtuseks arv, mitu menüüd, nuppu, ikooni ja hüperlinki oli elektroonilise õpiku vastavas teemas. Karakteristiku **‘Juhtimismeetodite arv’** väärtused olid vahemikus 1–5 ning need näitasid erinevate juhtimismeetodi liikide (menüüd, nupud, ikoonid, hüperlingid, klahvikombinatsioonid) arvu.

Menüüd olid põhilised õppematerjali järjekorra valikud varasemates arvuti-põhistes õppematerjalides (McGrath, 1992). Ka antud eksperimendis analüüsiti mitmeid menüüdega seotud karakteristikuid. **‘Menüüde arv’** oli karakteristik, mille väärtuseks omistati elektroonilise õpiku konkreetse teema käsitlemiseks olemasolev menüüde arv. Kuna Alessi ja Trollip (2001: 57) soovivad hoida menüüd alati nähtavatena, siis analüüsiti ka, mitu menüüd (arvuliselt) olid antud teema korral kogu aeg nähtaval. Vastav karakteristik kandis nime **‘Õppetunni jooksul nähtaval olevate menüüde arv’**. Nähtavateks menüüdeks loeti õppetunni jooksul nähtaval olevaid paneel- ja täisekraanmenüüsid ning rippmenüüsid, mille pealkirjad olid informatsiooni omandamise ajal nähtaval.

Alessi ja Trollip (2001: 54–56) toovad välja põhilised menüüde tüübid:

- Täisekraanmenüü, mis täidab terve ekraani. Selle eelistan toovad autorid (Alessi ja Trollip, 2001: 54) välja, et sellist liiki menüü abil saab selgitada iga valikut detailse tekstiga, samuti saab selle abil anda progresseeruvat infot (näiteks läbitud materjal esitada teise värviga). Täisekraanmenüüd sobivad hästi õpi-programmi või selle sektsiooni algusesse või lõppu.
- Peidetud menüüd (alaliigid rippmenüüd, hüpikmenüüd), kus hiirega klikkides avaneb ajutiselt menüü sisu. Tüüpiliselt paiknevad peidetud menüüd kas ekraani ülal, kus näha on vaid menüüde pealkirjad (rippmenüü) või avanevad hiire parema klahvi kliki peale ekraani suvalises positsioonis (hüpikmenüü). Kõige suurema puudusena märgivad nii Alessi ja Trollip (2001: 56) kui ka Amber (2000), et sellist liiki menüüde peidetud oleku tõttu võivad õppijad neid ignoreerida. Seetõttu peidetud menüüd ei peaks olema kogu õpiprogrammi funktsionaalsuse allikas. Kasutajad ei õpi, kuidas kasutada rakendust, kui peita nende eest peamine funktsionaalsus (Amber, 2000). Alessi ja Trollip (2001: 56) soovivad kasutada peidetud menüüsid valikuteks, mis on samad kogu õpitarkvara kestel, mitte aga valikuteks, mis on võimalikud vaid mõnes õpitarkvara osas, sest muutuvad menüüd ajavad kasutajaid segadusse.
- Paneelmenüü on ekraani tükeldamise meetod, kus tüüpiliselt vasak kolmandik või väiksem osa ekraanist jäetakse menüüks, paremal pool aga paikneb edastatav informatsioon. Paneelmenüü eelistan märgivad Alessi ja Trollipi (2001: 56), et sellist liiki menüü on alati näha, seda on kerge kasutada, see võib sisaldada ka võõrkeelseid termineid, pilte jms. Paneelmenüü põhi-

puuduseks on aga asjaolu, et see vähendab põhiprogrammiks vajalikku ekraanipinda ja loob ekraani segipaisatud välimuse.

Eksperimendis kirjeldasid elektrooniliste õpikute menüüde liike mitmed karakteristikud. Alternatiivskaalal olid karakteristikud '**Täisekraan-menüüde olemasolu**', '**Rippmenüüde olemasolu**' ja '**Paneelmenüüde olemasolu**'. Nende karakteristikute väärtusteks võisid olla 0 (vastavat menüü liiki ei kasutatud konkreetse teema korral) või 1 (vastav menüü liik oli konkreetse teema puhul olemas). Lisaks kasutati karakteristikuid '**Täisekraan-menüüde arv**', '**Rippmenüüde arv**' ja '**Paneelmenüüde arv**', mille väärtusteks loendati mitut menüüd (arvuliselt) iga liigi kohta oli vastava teema puhul kasutatud. Juhul, kui teatud liiki menüüsid konkreetses elektroonilises õpikus kasutatud polnud, sai vastav karakteristik väärtuseks 0. Kõikides eksperimendis kasutatud elektroonilistes õpikutes, kus pakuti valikuid paneelmenüüde abil, oli paneelmenüüde arvaks 1. Seega olid karakteristikute 'Paneelmenüüde olemasolu' ja 'Paneelmenüüde arv' väärtused võrdsed kõikide elektrooniliste teemade puhul. Seetõttu jäeti karakteristik 'Paneelmenüüde arv' edasisest analüüsist välja.

Õpilastele koostatud tööjuhenditel (vt. näidet Lisast 6) olid õpetused konkreetse teema leidmiseks lähtudes algmenüüst. Algmenüüks loeti elektroonilistes õpikutes kõige esimene pakutav menüü, mis asus kas tiitelhel või kohe pärast tiiteltehte. Kui õpilane elektroonilises õpikus ära eksis, oli tal alati võimalus algmenüüst alates uuesti vajalik teema üles leida. Seetõttu oli oluline ka analüüsida, kui kergesti pääseb kasutaja algmenüüsse. Karakteristiku '**Algmenüüsse liikumiseks vajalike klahvivajutuste arv**' väärtusteks leiti, mitu hiire või klaviatuuri klahvivajutust oli vaja minimaalselt jõudmaks algmenüüsse. Juhul, kui algmenüü oli kogu aeg nähtaval, oli vastava karakteristiku väärtus 0.

Alessi ja Trolli (2001: 57) soovivad pakkuda progresseeruvaid menüüsid, kus on näha, millised teemad on kasutajal läbitud ja kus antakse ka soovitusi, millist teemat võiks kasutaja valida järgmiseks. Antud eksperimendis analüüsiti elektrooniliste õpikute korral kaht alternatiivsel skaalal olevat karakteristikut. Karakteristiku '**Progresseeruv menüü**' väärtuseks oli 0, kui menüü ei näidanud läbitud teemasid ja selle karakteristiku väärtuseks oli 1, kui menüüs oli näha kasutaja poolt läbitud teemad. Karakteristiku '**Nõuanded ja soovitusel menüüs**' väärtuseks oli 0 juhul, kui kasutajale ei antud soovitusi ega kommentaare teemade järjekorra valikuks ning selle karakteristiku väärtuseks oli 1, kui kasutajale anti selliseid kommentaare. Kuna ühegi eksperimendis kasutatud elektroonilise õpiku teema korral polnud kasutatud progresseeruvat menüüd ega antud menüüdes ka nõuandeid ja soovitusi, jäid mõlemad kirjeldatud karakteristikud järgnevast analüüsist välja.

Nagu märkisid Alessi ja Trollip (2001: 55), võivad peidetud menüüd olla ka hierarhilised, kus tehes mingi valiku, ilmuvad selle alla veel alamvalikud. Alessi ja Trollip (2001: 57) soovivad hoida hierarhiliste menüüde tasemete arvu väikese. Karakteristiku '**Hierarhilise menüü tasemete arv**' väärtuseks oli kas vastavate tasemete arv, kui oli tegemist hierarhilise menüüga või 0, kui polnud

tegemist hierarhilise menüüga. Karakteristiku '**Menüüs teemaga seotud valikute arv**' väärtuseks loendati elektroonilise õpiku kõikide menüüde valikute arv, mida kindlasti oli vaja kasutada konkreetse teema omandamiseks.

Menüüdes võib esitada ka juhtnööre konkreetse õpitarkvara käsitlemiseks. Kui nõuanded ning soovitusel menüüdes on seotud kasutaja valikute ning tegevustega, siis juhtnöörid annavad infot, kuidas ühte või teist õpitarkvara poolt pakutavat võimalust kasutada või näiteks, milline funktsioon on mõnel õpitarkvara ikoonil. Karakteristiku '**Menüüs juhtnööride protsent**' väärtuseks arvutati, mitu protsenti moodustab kasutajale õpitarkvara käsitlemiseks juhtnööre andvate valikute arv kõikide menüüde valikute arvust. Kuna ükski eksperimendis kasutatud elektrooniline õpik ei pakkunud menüüdes juhtnööre, jäi see karakteristik edasisest analüüsist välja.

Alessi ja Trollip (2001: 57) soovivad, et menüüs peaks olema valik õpitarkvarast väljumiseks. Antud eksperimendi karakteristik '**Väljumine**' võis omada väärtusi 0, 1 või 2. Vastav karakteristik sai väärtuse 2 juhul, kui menüüs oli valik elektroonilisest õpikust väljumiseks olemas. Väärtus 1 omistati vastavale karakteristikule juhul, kui elektroonilisest õpikust sai väljuda üldtuntud operatsiooniga (sulgeda elektroonilise õpiku aken ristist akna paremal ülal nurgas) ning väärtus 0 juhul, kui menüüs vastavat valikut polnud ja väljuda ei saanud ka üldtuntud operatsiooniga.

Lisaks ikoonidele, nuppudele, menüüdele ja hüperlinkidele eristavad Alessi ja Trollip (2001: 58) ka õpitarkvara käsitlemise vahendeid, mis määravad vahendi, mille abil õppija on interaktsioonis õpitarkvaraga. Levinumad õpitarkvara käsitlemise vahendid on klaviatuur ja hiir. Antud uurimuses analüüsiti, kas menüüde valikutes saab liikuda kasutades klaviatuuri või kasutades hiirt. Karakteristikud '**Võimalus liikuda menüüs kasutades klaviatuuri**' ja '**Võimalus liikuda menüüs kasutades hiirt**' olid mõlemad alternatiivskaalal ja neile omistati väärtus 1 vastava võimaluse olemasolu korral ning väärtus 0 sellise võimaluse puudumisel. Kuna kõikide elektrooniliste õpikute puhul sai menüüdes teha valikuid hiire abil, siis vastav karakteristik jäi edasisest analüüsist välja.

Eristamiseks mõningaid levinumaid käsked kasutatakse õpitarkvaras ka klahvikombinatsioonide. Need on aga raskesti meelde jäävad ning võivad tekitada vigu. Klahvikombinatsioonide puhul ei saa anda ka viipadega selgitusi nende funktsioonide kohta, lisaks vajavad need paremat trükkimisoskust (Alessi & Trollip, 2001: 59). Eksperimendis kasutatud karakteristik '**Klahvikombinatsioonide arv**' väärtusteks loendati erinevate klahvikombinatsioonide (näiteks *Ctrl+F* käsu *Find* asemel) arv, mida sai kasutada elektroonilise õpiku konkreetse teema korral.

Antud uurimuses analüüsiti lisaks menüüsid kirjeldavatele karakteristikutele veel nelja alternatiivskaalal olevat karakteristikut, mis iseloomustasid navigeerimisvõimalusi elektroonilises õpikus. Hüpermeediumis navigeerimisvõimalustena nimetavad Alessi ja Trollip lisaks menüüdele (2001: 161) otsingumootorit, järjehoidjaid ja sisukorda. Karakteristik '**Otsingumootor**' sai väärtuse

1 juhul, kui elektroonilises õpikus oli võimalik kasutada sõna või fraasi otsimiseks otsingumootori abi ning väärtuse 0 sellise võimaluse puudumise korral.

Kuna kõikides eksperimendis kasutatud elektroonilistes õpikutes, kus sai kasutada järjehoidjaid, sai kasutada navigeerimiseks ka tagasi-nuppu, siis need kaks tingimust ühendati ühe karakteristikuga alla. Karakteristik **'Järjehoidjad ja tagasi-nupp'** sai väärtuse 1 juhul, kui elektroonilises õpikus oli võimalik kasutada järjehoidjaid ja tagasi-nuppu ning väärtus 0 omistati antud karakteristikule sellise võimaluse puudumisel.

Karakteristik **'Sisukord'** sai väärtuse 1 juhul, kui elektroonilise õpiku sisukord oli elektroonilise õpiku vastavat teemat kasutades kogu aeg nähtaval. Antud karakteristikuga väärtuseks sai 0, kui elektroonilise õpiku konkreetse teema omandamisel polnud sisukord kogu aeg nähtaval. Lisaks sisukorradele kuvati mõnede eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade korral ka alamsisukordi. Näiteks valides elektroonilise õpiku *Euroopa ja Baltimaad XX sajandil* sisukorrast teema Igapäevaelu, ilmub uus sisukord teemadega Pere-kond, Elukvaliteet ja Hobid. Või valides elektroonilise õpiku *Maailma ja Eesti ajalugu* sisukorrast teema Muinasaeg, ilmub selle alla alamsisukord 9 teemaga. Seejärel analüüsiti ka eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade korral karakteristikut **'Alamsisukord'**, mille väärtuseks oli 1 juhul, kui alamsisukord oli vastavat teemat õppides kogu aeg nähtaval, 0 juhul, kui alamsisukord oli, kuid seda polnud kogu aeg nähtaval ja väärtus jäeti omistamata juhul, kui alamsisukorda polnud.

Lisaks menüüdele määravad nupud ja ikoonid, kui keeruline või lihtne on kasutajal vastavat õpitarkvara käsitseda (Alessi & Trollip, 2001: 53). Boling ja tema kolleegid on defineerinud ikoonid kui pildilised elemendid ekraanil, millel hiirega klikkides saab valida mingit funktsiooni või rakendust. Seevastu nupud on samuti ekraanil olevad kujundid mingi funktsiooni või rakenduse valikuks, kuid erinevalt ikoonidest nupp ei ole pildiline element, kuid võib sisaldada graafikat (Boling jt., 1998). Antud uurimuses loendati elektroonilise õpiku konkreetsetes teemas kasutatavate erinevate nuppude ning ikoonide arv. Saadud arvud omistati vastavalt karakteristikute **'Nuppude arv'** ja **'Ikoonide arv'** väärtusteks.

Uued kasutajad peavad interpreteerima pea iga nuppu ja ikooni, kuid korduvad kasutajad mõistavad nuppude funktsioone kergesti ja lihtsalt (Boling jt., 1998). Samas tekitavad ka kogenud kasutajatele raskusi uudse kujundusega nupud. Seetõttu peab navigatsiooninuppude funktsiooni visuaalne esitus kõigi hüpermeediumi programmide kasutajate jaoks edasi andma nende tähenduse nii lihtsalt ja täpselt kui võimalik (Boling jt., 1998). Ka Walz (2001) soovib vältida unikaalseid ikoonide ja nuppe, mille tähendusest kasutajad ei pruugi aru saada ja mis seetõttu raskendab õppematerjalis navigeerimist. Kirjeldamiseks, kui võrd tuntud olid juhtimismeetodid õpilastele, analüüsiti kolme karakteristikut: 'Tuntud nuppude protsent', 'Tuntud ikoonide protsent', 'Tuntud juhtimismeetodite protsent'. Kuna Eesti koolides õpetati õppeaastal 2000/01

enamasti Microsoft tarkvara (*Word* ja *Excel*) ning interneti brauseritest *Internet Explorer*'it või *Netscape*'i (Tiiger Luubis, 2001), siis analüüsis loeti õpilaste jaoks tuntud nuppudeks, ikoonideks ja juhtimismeetoditeks nendes tarkvararakendustes kasutatud või nendega sarnased nupud, ikoonid ja juhtimismeetodid (nupud, ikoonid ja nendes tarkvararakendustes kasutatud menüüdega samanimelised menüüd). Ka Amber (2000) soovitab oma õpitarkvara koostamisel lähtuda tööstuse standarditest, millega kasutajad on harjunud. Amber (2000) väidab, et korporatsioonid *IBM* ja *Microsoft* defineerivad sageli 95–99% ikoonidest, nuppudest, menüüdest jms, mida vajatakse kasutajaliidese disainis. Karakteristiku '**Tuntud nuppude protsent**' väärtuse leidmiseks toimiti järgnevalt: Kõigepealt loendati elektroonilises õpikus kasutatud erinevate nuppude arv, mis olid sarnased (sama kujunduse ja/või tekstiga) *Word*'is, *Excel*'is, *Internet Explorer*'is või *Netscape*'is kasutatavate nuppudega. Seejärel arvatati, mitu protsenti moodustab selliste nuppude arv elektroonilises õpikus kasutatud nuppude koguarvust (karakteristiku 'Nuppude arv' väärtusest). Analoogselt arvatati ka karakteristiku '**Tuntud ikoonide protsent**' väärtus, kus leiti, mitu protsenti moodustab *Word*'is, *Excel*'is, *Internet Explorer*'is või *Netscape*'is kasutatavatele ikoonidele sarnaste (sama kujundusega, näiteks tiitellehele viiv maja-kujutis) elektroonilise õpiku ikoonide arv konkreetse elektroonilises õpikus kasutatud ikoonide koguarvust (karakteristiku 'Ikoonide arv' väärtusest). Karakteristiku '**Tuntud juhtimismeetodite protsent**' väärtuse leidmine käis aga järgmise metodika järgi: kõigepealt loendati elektroonilise õpiku rippmenüüde arv, mille pealkirjad olid samad *Word*'is, *Excel*'is, *Internet Explorer*'is või *Netscape*'is kasutatavate rippmenüüde pealkirjadega. Seejärel liideti selliste rippmenüüde arv tuntud nuppude ja ikoonide (leitud kahe eelmise karakteristiku väärtuse leidmisel) arvule, saades nii tuntud juhtimismeetodite arvu. Kuigi nagu eelpool mainitud, nimetavad Alessi ja Trollip (2001: 53–58) juhtimismeetoditeks nii nuppe, erinevat liiki menüüsid kui ka hüperlinke, ei saanud kasutada protsendi leidmiseks karakteristikut 'Juhtimismeetodeid kokku'. Seda põhjusel, et nimetatud tarkvararakendused kasutavad juhtimismeetoditena vaid nuppe, ikooni ja rippmenüüsid. Teiste menüüliikide (paneelmenüüd ja täisekraan-menüüd) ja hüperlinkide esitamise tunnus sõltub eelkõige sellest, milliseid veebilehti konkreetne õpilane on internetis kasutanud. Seejärel liideti kokku kõikide konkreetse elektroonilise õpiku nuppude, ikoonide ja rippmenüüde arv. Seejärel arvatati, mitu protsenti moodustab tuntud juhtimismeetodite arv viimatileitud suurusest ja vastav protsentiarv omistati karakteristiku 'Tuntud juhtimismeetodite protsent' väärtuseks.

Higgins (2000) leiab, et ikoonidele ja nuppudel tuleks lisada adekvaatsed viibad, mis osutaks, mida üks või teine ikoon või nupp teeb. Autor (Higgins, 2000) märgib, et eriti oluline on nupu funktsiooni äratundmine navigatsiooninupu puhul. Üksnes pildiline esitus võib olla tundlik erinevate interpretatsioonide suhtes ja sõltub kontekstist, milles see esitatakse. Seetõttu tekitavad tekstilised viibad vähem erinevaid interpretatsioone, kuna sellised sildid sisaldavad sageli täpseid sõnu (Boling jt., 1998). Antud eksperimendis

analüüsi karakteristikut **‘Viipadega nupud ja ikoonid’**, mille väärtuseks arvutati viipadega nuppude ja ikoonide protsent kõikidest nuppudest ja ikoonidest.

Alessi ja Trollip (2001: 54) soovivad nuppude puhul pakkuda kinnitust, see tähendab, et kasutajal peab olema selgelt näha, millisel nupul ta hiirega klikkis. Antud uurimuses analüüsi karakteristikut **‘Nupud ja ikoonid pakkuvad kinnitust’**, mille väärtuseks arvutati kinnitust pakkuvate nuppude ja ikoonide protsent kõikidest nuppudest ja ikoonidest. Kinnitust pakkuvateks nuppudeks ja ikoonideks loeti sellised nupud ja ikoonid, mis muutsid valituna värvi või mille korral kasutati hiirega klikkides animatsiooni (visuaalselt oli näha nupule või ikoonile vajutamist).

Ka hüperlingid lubavad õppijal valida õppematerjali sisu ja järjekorda, muuta tegelikku dokumenti ja isegi kaasata õpilast loovatesse tegevustesse (Barab jt., 1999). Kui tavatekstis läbivad õpilased info õppematerjali autori poolt loodud viisil, siis hüpertekst lubab õppijal otsustada, mida ja mis järjekorras ta loeb (Jonassen, 1986; Barab jt., 1999; Lawless jt., 2003). Liigeldes hüpertekstis konstrueerib lugeja oma unikaalse teksti (Rouet, 2000; Lawless jt., 2003). Sel moel ülendatakse õpitarkvara kasutaja lugejast lugeja/autoriks, kes vastutab oma eesmärkide täitmise eest (Barab jt., 1999; Lawless jt., 2003; Reinking, 1997), kuid muudetakse samas seda, kuidas me õpime ning mida me õpime (Tierney jt., 1997; Reinking, 1997). Lugeja peab lugemise käigus aru saama, millisele infole ta ligi pääseb ja millises järjekorras. Seega lugeja ei pea mitte ainult mõistma esitatud infot, vaid ta vajab ka arusaamist, millist infot on vaja ning kuidas selleni jõuda (Lawless jt., 2003). Seetõttu on hüperteksti kritiseeritud, väites, et see lisab kognitiivset ülekuulu – kasutaja peab avastama ja meelde jätma navigatsioonilise tee, kuhu see viib ja millist infot pakub (Scherly jt., 2000).

Antud uurimuses kasutati hüperlinkide hulga iseloomustamiseks kaht karakteristikut: **‘Hüperlinkide arv’** ja **‘Hüperlinkide protsent’**. Neist esimese karakteristiku väärtuseks loendati kõikide hüperlinkide (nii tekstiliste kui ka pildiliste) arv antud teemas. Teise karakteristiku puhul loendati kõigepealt kõikide sõnade arv teemas (andmebaasisüsteemis *FoxPro* koostatud programmi abil), kuhu liideti kõikide teemas esinevate piltide arv. Seejärel arvutati, mitu protsenti moodustab hüperlinkide arv antud teema sõnade ja piltide koguarvust.

Alessi ja Trollip (2001: 58) väidavad, et hüperlingiks ei pea olema mitte ainult tekst, vaid selleks võib olla ka pilt, ikoon või pildi osa. Mingis mõttes on hüperlingid sarnased nuppudele, kuid nupud on enamasti kindla kujuga ning ekraanil kindlas asukohas (ülal või all). Hüperlingiks võib aga olla nii tekst kui graafika ning selle asukoht ekraanil pole läbi õpitarkvara alati sama. Atraktiivne hüperlink võib juhtida õppija tähelepanu õppe-eesmärgilt kõrvale, samuti võivad õppijad mitte märgata hüperlinke (Alessi & Trollip, 2001: 58). Et õppijad saaks aru, et pildi puhul on tegemist hüperlingiga, soovivad Alessi ja Trollip (2001: 58) kasutada hüperlinkide puhul viipasid ning kursori muutust (näiteks kursor muutub noolest käeks). Orienteerumaks hüperruumis ning

kindlustamaks, et kasutajad ei vajutaks tahtmatult mitu korda ühele ja samale hüperlingile, peaks aga hüperlingid olema märgitavad: olles kord valitud, muudavad näiteks värvi (Alessi & Trollip, 2001: 58).

Antud uurimuses kasutati hüperlingi iseloomustamiseks nelja karakteristikut: hüperlingi nähtavus, kursori muutus liikudes hüperlingile, viiped ja kord valitud hüperlingi märkimine. Kõik need viimatinimetatud karakteristikud olid protsentuaalsed suurused. Karakteristiku **‘Hüperlingid nähtavad’** väärtuseks arvutati tekstist eralduvate hüperlinkide (näiteks allajoonitud või teise värviga esitatud tekst) protsent kõikidest teemas esinevatest hüperlinkidest. Juhul, kui hüperlinkideks olevate piltide juurde polnud märgitud, et tegemist on hüperlinkidega, siis neid pilte nähtavateks hüperlinkideks ei loetud. Karakteristiku **‘Hüperlingid kursori muutusega’** väärtuseks arvutati teemas esinevate hüperlinkide protsent, mille korral hiirega hüperlingile liikudes muutus kursori kuju (näiteks noolekujuline kursor muutus käekujuliseks kursoriks). Karakteristiku **‘Hüperlingid viipadega’** väärtuseks arvutati protsent teemas esinevate hüperlinkidest, mille korral ilmus selle hüperlingi funktsiooni selgitav tekst ja karakteristiku **‘Hüperlingid märgitavad’** väärtuseks arvutati teemas esinevate hüperlinkide protsent, mis kord valituna märgiti ära (muutsid näiteks värvi).

Philips (1997: 74) soovib paigutada läbi õpitarkvara kasutatavad nupud ekraani alla – sellisel juhul on kerge aru saada, mille abil saab navigeerida ja kasutaja ei satu kunagi segadusse. Antud uurimuses analüüsiti karakteristikuid **‘Määratud funktsioonipiirkond’** ning **‘Nuppude ja ikoonide asukoht’**. Neist esimene karakteristik oli alternatiivskaalal ja selle väärtuseks oli 1 juhul, kui elektroonilises õpiku teema esituses oli ekraanil eristatav piirkond, kus paiknesid elektroonilise õpiku põhilised juhtimismeetodid. Väärtus 0 omistati sellele karakteristikule juhul, kui sellist piirkonda määrata polnud võimalik. Kuna kõikide eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade puhul oli funktsioonipiirkond määratud, siis edasisest analüüsist jäi vastav karakteristik välja. Karakteristik **‘Nuppude ja ikoonide asukoht’** oli nominaal- ehk nimetuste skaalal olev karakteristik, mille väärtusteks võis olla ‘all’, ‘ülal’ või ‘mõlemad’ vastavalt nuppude ja ikoonide asukohale ekraanil.

Õpitarkvara käsitlemisel võib tekitada segadust nuppude ja klaviatuuri klahvide funktsiooni ebajärjekindlus (Alessi & Trollip, 2001: 130). Näiteks kui tavaliselt kasutatakse õppematerjalis edasiliikumiseks klaviatuurilt klahvi *Enter*, kuid enesekontrollis on selle klahvi funktsiooniks hoopis vastuse sisestamine. Antud uurimuses analüüsiti karakteristikut **‘Juhtimismeetodite ebastabiilsus’**, mille väärtuseks omistatigi selliste nuppude, ikoonide ja klaviatuuri klahvide arv, mis pole kogu elektroonilise õpiku teema jooksul samades funktsioonides. Juhul, kui kõikide nuppude, ikoonide ja klaviatuuri klahvide funktsioonid olid samad läbi elektroonilise õpiku konkreetse teema, sai vastav karakteristik väärtuseks 0.

Alessi ja Trollip (2001: 164) soovivad kasutada hüpermeediumis orienteerumiseks erinevaid võimalusi, näiteks skeeme. Barab ja tema kolleegid (1999) väidavad, et hüpermeediumi puhul on probleemiks õppija segadusse

ajamine ja õppija disorientatsioon. Antud uurimuses kasutati alternatiivskaalal olevat karakteristikut '**Orienteerumisvahendid**'. Antud karakteristiku väärtuseks omistati 1 juhul, kui kasutajal oli kogu elektroonilise õpiku konkreetse teema vältel näha selle teema asukoht teiste teemade suhtes ning antud karakteristiku väärtuseks oli 0, kui sellist võimalust kasutajal polnud.

Õpitarkvaras võivad õppematerjali osad olla esitatud mitmes erinevas aknas. Et ei tekiks orienteerumatusetunnet ja et kasutaja hüpertekstis ära ei eksiks, soovib Berry (2000), et keskmiselt võib olla avatud vaid 3,7 õpitarkvara akent. Karakteristiku '**Korruga avatud akende arv**' väärtuseks omistati suurim korruga avatud akende arv. Siinjuures ei arvestatud võimalust hüperlinki avada uues aknas, vaid tegemist oli elektroonilisse õpikusse programmeeritud olukordadega, kus informatsioon avanes uues aknas.

Goyme ja tema kolleegid (2000) väidavad, et õpitarkvara hindamisel tuleks teiste aspektide hulgas vaadata, kas ning kuidas pakutakse õppijale võimalust valida õppematerjali järjekorda, esitusviisi, läbida õppematerjali endale sobival kiirusel. Antud eksperimendi karakteristikud '**Võimalik liikuda oma tempos**' ja '**Individaalse liikumise võimalus**' olid mõlemad alternatiivskaalal, kus väärtus 0 tähendas vastava võimaluse puudumist ja väärtus 1 vastava võimaluse olemasolu. Kuna kõikide eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade korral oli kasutajatel võimalik liikuda õppematerjalis oma tempos, siis jäi esimene neist karakteristikutest järgnevast analüüsist välja.

Barab ja tema kolleegid (1999) väidavad, et hüpermeediumi keerukus on suurem juhul, kui pakutakse enam navigatsioonilisi valikuid. Karakteristiku '**Valikute arv**' väärtuseks omistati kõikide elektroonilise õpiku konkreetse teemaga seotud valikute (menüüde valikute ja hüperlinkide) arv.

Kui õpitarkvara kasutaja valib õpitarkvarast väljumise, soovivad Alessi ja Trollip (2001: 79) üle küsida, kas kasutaja ikka soovib väljuda. Samuti soovivad autorid (Alessi & Trollip, 2001: 80) anda väljudes lõppteate, mis annaks kasutajale teada, et väljumine õpitarkvarast on õnnestunud. Karakteristikud '**Väljumissoov**' ja '**Lõppteade**' iseloomustasidki neid kahte olukorda. Mõlemal juhul oli tegemist alternatiivskaalal olevate tunnustega. Väärtus 1 tähendas karakteristiku 'Väljumissoov' puhul juhtu, kus kasutajalt küsitakse üle, kas ta soovib töö elektroonilise õpikuga lõpetada ja karakteristiku 'Lõppteade' puhul tähendas vastav väärtus pärast elektroonilisest õpikust väljumist lõppteate pakkumist. Väärtused 0 omistati neile karakteristikutele juhul, kui vastavaid võimalusi ei pakutud.

Kui informatsioon ei mahu korruga ekraanile, kasutatakse sageli kerimist, mis on iseloomulik interneti materjalidele (Alessi & Trollip, 2001: 65). Kerimisriba võimaldab kasutajal liikuda materjalis enamasti vertikaalselt, kuid mõnikord kasutatakse ka kerimist vasakult paremale, mis on kasutaja jaoks harjumatu. Silma liikumise uurimuste tulemused on näidanud, et lugemisel silm ei liigu vasakult paremale lineaarselt vaid liigub hüppeliselt edasi-tagasi. Horisontaalsel kerimisel on selline silma liikumine kogu teksti ulatuses võimatu – kerides paremale, kattub kinni tekst vasakul (Waltz, 2001). Lisaks kerimisele,

mis vajab hiire käsitlemisest, võib õppematerjalis liikuda ka kasutades klaviatuurilt klahve *Page Up* ja *Page Down*. Kerimisele alternatiiviks on lehekülgede vahetamine, kus informatsioon tükeldatakse osadeks, nii et iga osa mahuks ühele ekraanitäiele ja lehekülgi vahetatakse korraga nagu raamatulehti (Alessi & Trollip, 2001: 66). Antud uurimuses analüüsiti alternatiivskaalal olevat karakteristikut '**Kerimisvõimalus õppematerjalis liikumiseks**'. Antud karakteristikule omistati väärtus 1 juhul, kui õppematerjalis liikumiseks sai kasutada kerimist ning väärtus 0 juhul, kui õppematerjalis sai liikuda vahetades lehekülgi. Karakteristikud '**Klaviatuuri kasutamise võimalus õppematerjalis liikumiseks**' ja '**Õppematerjalis liikumiseks võimalik kasutada nii kerimist kui ka klaviatuuri**' olid samuti alternatiivskaalal, kus väärtus 1 tähistas vastava võimaluse olemasolu ja väärtus 0 selle puudumist.

Karakteristikud '**Automaatne üleminek järgmisele teemale**' ja '**Võimalik tagasipöördumine läbivaadatud materjali juurde**' olid mõlemad alternatiivskaalal. Karakteristiku '**Automaatne üleminek järgmisele teemale**' väärtuseks omistati 0 juhul, kui teema lõppedes uuele teemale minekuks oli vaja kasutajal teha vastav valik. Antud karakteristik sai aga väärtuse 1 juhul, kui teema lõppedes kas kerimisega või valides klaviatuurilt *Page Down* jõudis kasutaja järgmisele teemale. Karakteristiku '**Võimalik tagasipöördumine läbivaadatud materjali juurde**' väärtuseks oli 1 vastava võimaluse olemasolul ning 0 selle puudumise korral. Kuna kõik eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemad võimaldasid tagasipöördumist kord läbivaadatud materjali juurde, jäi viimati nimetatud karakteristik edasisest analüüsist välja.

Boyle (1997), Chanlin (1999) ning Alessi ja Trollip (2001: 74–75) soovivad anda dünaamiliste esituste (animatsiooni, video ja heli) puhul õppijale niipalju võimalusi nende esituste juhtimiseks kui võimalik (võimalus korrata esitust, katkestada, kiiresti edasi liikuda, kasutada pausi ja aeglasemat esitust jne). Ka Goyne ja tema kolleegid (2000) toovad välja, et videot ning heli peab kasutaja saama vajadusel kergesti korrata. Kui õppematerjalidele on lisatud heli, peab seda saama ka välja lülitada, kuna see tõmbab tähelepanu õppimiselt kõrvale ning võib korduval kasutamisel tüütavaks muutuda (Min jt., 1998; Kliman, 1999; Higgins, 2000). Antud uurimuses analüüsitud karakteristiku '**Video ajal õppijale antavad juhtimisvõimalused**' väärtuseks oli kasutajale video jälgimiseks pakutud juhtimisvõimaluste arv. Karakteristik '**Võimalik heli välja lülitada**' oli aga alternatiivskaalal, kus väärtus 1 omistati vastava võimaluse olemasolu ja väärtus 0 selle puudumise korral. Kuna kõikidel juhtudel, kui kasutati esituseks videot, olid karakteristiku '**Video ajal õppijale antavad juhtimisvõimalused**' väärtus sama ja kuna heliga ei antud õppematerjali esitust eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute üheski teemas, siis jäid viimatikirjeldatud kaks karakteristikut edasisest analüüsist välja.

Karakteristikud '**Enesekontrollis võimalik kerimine**' ja '**Võimalik enesekontrolli katkestamine**' olid samuti alternatiivskaalal. Antud karakteristikutele omistati väärtus 1 juhul, kui vastav võimalus oli kasutajal olemas ja väärtus 0 selle puudumisel. Kuna kõikides eksperimendis kasutatud elektrooniliste

õpikute teemades oli võimalik enesekontroll katkestada, siis viimatinimetatud karakteristik jäi samuti edasisest analüüsist välja.

2.3. Elektrooniliste õpikute kujunduse karakteristikud

Alessi ja Trollip (2001: 49) väidavad, et iga õpitarkvara peaks algama huvitava ja motiveeriva tiitellehega. Autorite soovitude järgi peaks õpitarkvara korral olema tiitellehel õpitarkvara pealkiri, see peaks üldsõnaliselt ütleva, mis õpitarkvara see on, informeerima autori või publitseerija nimest ja kontaktandmetest, pakkuma autorikaitsealast informatsiooni, motiveerima kasutajat ning tiitellehel peaks olema ka võimalus õpiprogrammist väljumiseks.

Antud uurimuses analüüsiti kuut erinevat tiitellehega seotud karakteristikut. Karakteristik **'Tiitelleht'** oli alternatiivskaalal ning selle väärtus 1 osutas tiitellehe olemasolule ja väärtus 0 selle puudumisele. Karakteristikut **'Tiitellehe atraktiivsus'** hindasid eksperdid 5-pallilisel skaalal, kus väärtus -2 vastas hinnangule 'tiitelleht pole üldse atraktiivne', väärtus -1 hinnangule 'tiitelleht pole kuigi atraktiivne', väärtus 0 hinnangule 'tiitelleht on keskmiselt atraktiivne', väärtus 1 hinnangule 'tiitelleht on üsna atraktiivne' ja väärtus 2 hinnangule 'tiitelleht on väga atraktiivne'. Karakteristiku 'Tiitellehe atraktiivsus' väärtuseks arvutati ekspertide hinnangute mediaan. Juhul, kui elektroonilisel õpikul polnud tiitellehte, jäi sellele karakteristikule väärtus omistamata.

Karakteristikud **'Tiitelleht näitab, millest on tund'**, **'Tiitelleht animeeritud'** ja **'Tiitelleht heliga'** olid samuti alternatiivskaalal olevad karakteristikud. Karakteristiku 'Tiitelleht näitab, millest tund' väärtuseks omistati 1 juhul, kui tiitellehel oli esitatud õppetunni põhiideed ning 0 juhul, kui sellist informatsiooni ei pakutud. Karakteristikutele 'Tiitelleht animeeritud' ja 'Tiitelleht heliga' omistati väärtus 1 vastava väite tõesuse korral ja väärtus 0 selle mittekehtimise puhul. Karakteristikutele jäi väärtus omistamata juhul, kui elektroonilisel õpikul tiitellehte polnud. Kuna eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute tiitellehtedest ükski ei näidanud, millised on järgneva õppetunni põhiideed, siis jäi see karakteristik edasisest analüüsist välja.

Karakteristik **'Tiitellehe tihedus'** oli aga arvuline suurus. Selle väärtuseks sai tiitellehel olevate erinevate infoliikide arv. Näiteks kui tiitellehel pakuti elektroonilise õpiku pealkirja, üht illustratsiooni ja täisekraan-menüüd teemadega, siis vastava karakteristiku väärtuseks omistati 3. Juhul, kui elektroonilises õpikus tiitellehte ei pakutud, oli karakteristiku 'Tiitellehe tihedus' väärtuseks 0.

Alessi ja Trollip (2001: 63) väidavad, et tekst ei tohiks olla paigutatud vaid osale ekraanipinnale jättes ülejäänud osa tühjaks. Iseloomustamiseks info paigutust ekraanil, analüüsiti kolme järgmist karakteristikut: 'Reapikkus', 'Teksti kontsentratsioon' ja 'Info kontsentratsioon'. Karakteristiku **'Reapikkus'** väärtuseks omistati tekstirea maksimaalne pikkus täheruumides antud elektroonilise õpiku teema korral. Selleks loendati igas tekstireas olevate tähemärkide arv,

millele liideti sõnade vahel olevate tühikute ja kirjavahemärkide arv ning leiti nendest arvudest maksimum. Karakteristik **‘Teksti kontsentratsioon’** oli mõõdetud kui teksti poolt hõlmatava maksimaalse ekraanipinna osa kogu ekraanist. Selleks toimiti järgnevalt: Kõigepealt leiti elektroonilise õpiku konkreetses teemas lehekülgl, millest kõige suurem osa oli hõlmatud teksti poolt. Seejärel mõõdeti vastava tekstiosa või tekstiosade (tekst ei pruukinud paikneda leheküljel ühes osas ega ka risküliku kujuliselt) pikkus ja laius ning arvatati teksti alla jääva ekraanipinna pindala. Karakteristiku ‘Teksti kontsentratsioon’ väärtuseks omistati protsentarv, mitu protsenti moodustas arvatud pindala kogu ekraani pindalast. Ekraani pindalaks võeti 15-tollise CRT kuvari pindala, sest kõikides eksperimendis osalenud koolides kasutati just selliseid kuvareid. Karakteristik **‘Info kontsentratsioon’** oli aga mõõdetud kui kogu infoakna (tekst, graafika koos nende vahele jääva tühja pinnaga) alla jääva ekraanipinna protsent kogu ekraanist. Selleks mõõdeti teksti ning graafikaga hõlmatava ekraani osa ning arvatati selle pindala. Analoogselt karakteristikule ‘Teksti kontsentratsioon’ arvatati ka karakteristikule ‘Info kontsentratsioon’ väärtuseks protsentarv, mitu protsenti moodustas arvatud pindala kogu ekraani (15-tollise CRT kuvari) pindalast.

Alessi ja Trollip (2001: 63–64) väidavad, et juhul, kui teksti ja graafikat esitatakse ühel ekraanil, on vajalik tekst panna raami. Antud uurimuses võeti analüüsi alternatiivskaalal olevad karakteristikud **‘Info raamis’** ja **‘Tekst eraldatud graafikast raamiga’**. Neist esimese karakteristikule väärtuseks omistati 1 juhul, kui tekst oli esitatud raamis koos graafikaga (esitatava informatsiooni ümber oli joonistatud raam) ja vastava karakteristikule väärtuseks sai 0 juhul, kui esitatava info ümber polnud raami. Karakteristiku ‘Tekst eraldatud graafikast raamiga’ väärtuseks omistati 1 vastava väite tõesuse korral ning 0 juhul, kui tekst polnud graafikast raamiga eraldatud. Kuna eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemadest üheski ei esitatud teksti eraldatuna graafikast raamiga, jäi vastav karakteristik edasisest analüüsist välja.

Mikk (2000: 188–189) ning Alessi ja Trollip (2001: 63–65) soovivad erinevaid võimalusi rõhutamaks tekstis olulisi lauseid, fraase või sõnu. Mikk (2000: 188) soovib kasutada tekstist olulise informatsiooni väljatoomiseks olulise teksti allajoonimist või esitamist paksus trükikirjas. Alessi ja Trollip (2001: 63–65) soovivad kasutada olulise teksti väljatoomiseks erinevat kirjatüüpi või suuremat kirja, teksti esitamist suurtähtedes, teksti asetamist kasti, noolega osutamist või olulise informatsiooni esitamist üksi ekraanil. Alessi ja Trollip (2001: 64) soovivad aga vältida olulise info väljatoomiseks plinkivat või liikuvat teksti.

Antud uurimuses analüüsiti mitut karakteristikut, mis iseloomustasid, kas ning milliste meetoditega on oluline informatsioon elektroonilise õpiku teemas välja toodud. Karakteristik **‘Oluline informatsioon eristatud’** võis omada kolme erinevat väärtust. Väärtus –1 omistati sellele karakteristikule juhul, kui elektroonilise õpiku konkreetses teemas polnud oluline informatsioon üldse eristatud (polnud kasutatud ühtki eelpooltoodud võimalustest). Väärtus 0

omistati antud karakteristikule juhul, kui elektroonilise õpiku teemas oli teksti välja toomist kasutatud mõningal määral (mõned kõige olulisemad märksõnad, fraasid ja/või laused) ja väärtus 1 juhul, kui teksti väljatoomist oli kasutatud elektroonilise õpiku teemas palju (kõik olulised märksõnad, fraasid ja/või laused).

Karakteristikutena analüüsiti ka **‘Allajoonitud teksti protsenti’**, **‘Paksus trükikirjas teksti protsenti’**, **‘Kaldkirjas teksti protsenti’**, **‘Suurtähtedes teksti protsenti’** ja **‘Plinkiva teksti protsenti’**. Metoodika nende karakteristikute väärtuste leidmiseks nägi välja järgmine: Kõikide elektrooniliste õpikute teemade tekstid salvestati tekstifailidena (tüüp *Text Only*). Seejärel kasutati andmebaasisüsteemi *FoxPro* abil koostatud programmi, mis luges kõikide sõnade arvu elektroonilise õpiku konkreetse teemas. Lisaks loendati esinevate allajoonitud, paksus trükikirjas, kaldkirjas, suurtähtedes ja plinkiva tekstina esitatud sõnade arv iga elektroonilise õpiku teema korral. Seejuures juhul, kui mõni sõna oli esitatud nii paksus trükikirjas kui ka allajoonitult, loendati see sõna nii paksus trükikirjas kui ka allajoonitud sõnade hulka. Lõpuks arvatati, mitu protsenti moodustab erinevate väljatoomise meetoditega esitatud sõnade arv kõikidest selle elektroonilise õpiku teema sõnade arvust. Kuna eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute ühegi teema puhul ei kasutatud plinkivat teksti, jäi karakteristik **‘Plinkiva teksti protsent’** järgnevast analüüsist välja.

Alternatiivskaalal olev karakteristik **‘Oluline info esitatakse üksi suurelt ekraanil’** sai väärtuse 1 juhul, kui sellist olulise info esitamist kasutati ning vastasel juhul omistati selle karakteristikule väärtuseks 0. Kuna üheski eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemadest sellist olulise info esitamise võimalust ei kasutatud, jäi vastav karakteristik edasisest analüüsist välja.

Eelpooltoodud karakteristikud kirjeldasid tekstina esitatud olulise info väljatoomist. Juhul, kui informatsiooni esitatakse aga lisaks tekstile ka graafikaga, on efektiivne pakkuda õppijatele soovitusi tähelepanu suunamiseks (näiteks, võrdle järgmistel pildidel....) (Mikk, 2000: 289). Karakteristik **‘Soovitused tähelepanu suunamiseks’** oli samuti alternatiivskaalal, kus väärtus 1 omistati juhul, kui elektroonilise õpiku teemas pakuti kasutajale soovitusi tähelepanu suunamiseks ja väärtus 0 juhul, kui seda ei tehtud. Järgnevast analüüsist jäi ka antud karakteristik välja, sest eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemadest ükski ei andnud soovitusi tähelepanu suunamiseks.

Teksti puhul on oluline tema väljanägemine ehk kirjatüüp. Higgins (2000) soovib mitte kasutada erilisi kirjatüüpe, mida on raske ning harjumatu lugeda. Teksti kirjatüüpe liigitatakse *seriifkirjadeks* ehk antiivakirjadeks ja *sansseriifkirjadeks* ehk plokk-kirjadeks. Antiivakirjadel on väikesed kriipsud tähtede alla ja näiteks kirjatüübid *Times* ja *Terminal* kuuluvad siia alla. Plokk-kirjadel, nagu *Arial*, pole selliseid kriipse. Paberkandjal on tekstid enamasti esitatud seriifkirjas, kuna nende kirjatüüpide puhul tähtede all olevad kriipsukesed tekitavad visuaalse joone (Boyle, 1997: 155). Seetõttu väidab Phillips (1997:

86), et seriifkirju on parem lugeda ka arvutiekraanilt. Boyle (1997: 156) aga väidab, et arvutiekraanil tuleks kasutada enam sansseriifkirju.

Teksti esitamise karakteristikutena analüüsiti antud uurimuses ka 'Teksti suurus', 'Teksti kirjatüüpi' ja 'Reavahe'. Karakteristikud 'Teksti suurus' ja 'Reavahe' olid mõlemad arvulised suurused ning karakteristik 'Teksti kirjatüüp' oli nominaalskaalal olev karakteristik. Karakteristiku '**Teksti suurus**' väärtuseks omistati arv, milleks oli valdava kirjatüübi (mitte pealkirjade, vaid põhilise õppematerjali esitamise kirjatüübi) suurus punktides elektroonilise õpiku konkreetse teemas. Karakteristiku '**Reavahe**' väärtuseks omistati arv, milleks oli valdav (üle 75%) teksti reavahe punktides. Seejuures loeti reavaheks tekstiploki sees olevaid reavaheid, mitte tekstiplokkide vahesid. Karakteristiku '**Teksti kirjatüüp**' väärtusteks oli kas 'Arial', 'Times New Roman' või 'Terminal', sest nende kolme kirjatüübiga esitati tekst eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade korral.

Mikk (2000: 182) soovib kasutada õppematerjali teema sissejuhatuses eelorganiseerijaid, mis tutvustaks teemas käsitletavaid põhilisi ideid ning tooks ära teemas esinevad mõisted ja nende seosed. Samuti soovib Mikk (2000: 182) teema sissejuhatuses tuua kordavalt õpilase jaoks varemõpitud materjali, et õpilane saaks seostada õpitavat varasemate teadmistega ning et õpilane tunneks end kompetentsena uue teema juurde asudes. Uurimuses analüüsitud karakteristikud '**Eelorganiseerijad**' ja '**Eelteadmised**' olid mõlemad alternatiivskaalal. Karakteristiku 'Eelorganiseerijad' väärtusele 1 vastas elektroonilise õpiku teema sissejuhatuses eelorganiseerijate olemasolu ja väärtusele 0 nende puudumine. Karakteristiku 'Eelteadmised' väärtuseks omistati 1 juhul, kui elektroonilise õpiku teema sissejuhatuses toodi ka varemõpitud informatsiooni ning väärtus 0 juhul, kui varemõpitud materjali ei käsitletud. Kuna eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute ühegi teema korral ei kasutatud eelorganiseerijaid ega käsitletud varemõpitud materjali, jäid need karakteristikud edasise analüüsist välja.

Teksti kõrval teiseks olulisemaks multimeediumi komponendiks nimetab Boyle (1997: 151) graafikat. Graafika soodustab õppimist ka sellega, et kahekordselt kodeeritud info meenutamise määr on suurem. Vastavalt Paivio teooriale (Szabo & Poohkay, 1996) käsitletakse mälus eraldi verbaalset ja kujundilist informatsiooni. Tekstilisi ja visuaalseid (illustratsioonid, diagrammid, joonised jne) materjale töödeldakse erinevaid vastuvõtukanaleid kasutades (Dubois & Vial, 2000). Graafiline esitus on parem kui tekstiline materjali esitus, sest tekstiline informatsioon säilitatakse enamasti lause kujul, kujutised nii visuaalselt kui ka lause kujul. Seetõttu pakub graafiline esitus eeliseid duaalseks kodeerimiseks (Dubois & Vial, 2000) ning säilib mälus paremini (Szabo & Poohkay, 1996).

Antud uurimuses analüüsiti erinevaid graafikat iseloomustavaid karakteristikuid. Mikk (2000: 284) soovib kasutada lihtsamaid illustratsioone. Karakteristiku '**Lihtsustatud illustratsioonide arv**' väärtuseks loendati kõigi elektroonilise õpiku teemas esinevate lihtsustatud illustratsioonidega (pikto-

grammid ja mittedetailed pildid) (vaata joonis 2.1) antud esituste arv. Juhul, kui lihtsustatud illustratsioonid antud elektroonilise õpiku teema korral informatsiooni esitamiseks ei kasutatud, sai vastav karakteristik väärtuseks 0.



Joonis 2.1. Näited lihtsustatud illustratsioonidest.

Karakteristiku '**Illustratsioonide arv**' väärtuseks loendati kõigi elektroonilise õpiku konkreetses teemas esinevate illustratsioonide ehk kunstjooniste arv. Analoogselt karakteristiku 'Lihtsustatud illustratsioonide arvule' omistati ka selle karakteristiku väärtuseks 0 juhul, kui kunstjooniseid antud elektroonilise õpiku teemas ei kasutatud. Illustratsioonideks ehk kunstjoonisteks loeti joonistatud või maalitud detailed pildid.

Analoogiliselt kahele eelmisele karakteristikule leiti ka karakteristikute '**Tabelite arv**', '**Graafikute arv**', '**Skeemide arv**' ja '**Fotode arv**' väärtused. Nende karakteristikute väärtusteks sai arv, mitu tabelit, graafikut ehk diagrammi, skeemi või fotot kasutati elektroonilise õpiku antud teema esitamisel. Karakteristikutele omistati väärtus 0 juhul, kui vastavaliigilist graafikat ei kasutatud.

Tabelite puhul analüüsiti ka karakteristikut '**Tabelitel päised**', mille väärtuseks omistati protsentarv, mis näitas, mitmel protsendil elektroonilise õpiku vastavas teemas toodud tabelitest on päised (ridade ja veergude pealkirjad) olemas. Karakteristikule väärtust ei omistatud juhul, kui elektroonilise õpiku vastavas teemas polnud informatsiooni esitamiseks tabeleid kasutatud. Kuna kõikides eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade tabelitel olid päised olemas, jäi antud karakteristik edasisest analüüsist välja.

Alessi ja Trollip (2001: 72) soovivad, et kasutaja peab saama määrata graafika vaatamisaja. See tähendab, et kasutajal peab olema võimalus endal otsustada, kui kaua ta graafikat vaatab. Analüüsitud karakteristik '**Graafika vaatamisaeg**' oli alternatiivskaalal ning sellele omistati väärtus 1 juhul, kui kasutaja määras graafika vaatamisaja ning 0, kui graafika vaatamisaeg oli määratud elektroonilise õpiku poolt. Kuna kõikides eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemades määras graafika vaatamisaja kasutaja, jäi see karakteristik edasisest analüüsist välja.

Laurentiis (1993) soovib kasutada animatsioone juhul, kui need aitavad kiirelt selgitada seda, mida muidu peaks pikalt sõnadega kirjeldama ja mõnikord mitte nii efektiivselt kui animatsioon seda võimaldab. Animatsioon aitab luua seoseid ja õpitavat kodeerida. Biheivioristliku teooria kohaselt on animatsioon

kui vihje, mis tõmbab tähelepanu ja loob assotsiatsioone verbaalsete ja mitte-verbaalsete komponentide vahel (Szabo & Poohkay, 1996). Animatsioonid võivad olla kasulikud järjekorda näidates või keerulist ülesannet illustreerides (Justice, 2000). Weiss ja tema kolleegid (2002) soovivad kasutada animatsioone keeruliste mõistete ja protseduuride kirjeldamiseks või illustreerimaks süsteeme, mida pole võimalik realselt näha (näiteks elektronide liikumine).

Käesolevas uurimuses analüüsiti karakteristikut '**Animatsioonide arv**', mille väärtuseks omistati arv, mitu animatsiooni on elektroonilise õpiku konkreetse teema esituses. Antud karakteristiku väärtuseks oli 0 juhul, kui elektroonilise õpiku vastava teema esituses polnud ühtki animatsiooni.

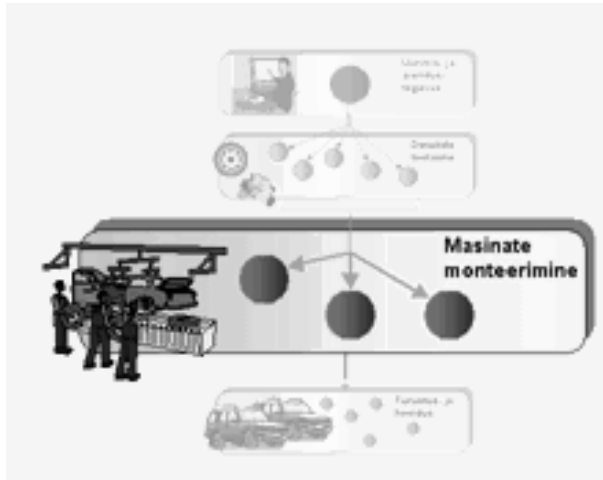
Phillips (1997) soovib kasutada ühes õppematerjalis võimaluse korral vaid ühetüübilist graafikat. Karakteristiku '**Graafika liikide arv**' väärtuseks loendati, mitut erinevat liiki staatilist graafikat (lihtsustatud illustratsioonid, illustratsioonid, tabelid, graafikud, skeemid ja fotod) ja animatsiooni on kasutatud elektroonilise õpiku konkreetses teemas. Näiteks kui elektroonilise õpiku teemas kasutati informatsiooni esitamiseks skeeme, illustratsioone ja animatsioone, omistati karakteristiku '**Graafika liikide arv**' väärtuseks 3. Juhul, kui kogu õppematerjal oli esitatud vaid tekstiga, sai vastav karakteristik väärtuseks 0.

Mikk (2000: 290) väidab, et graafika peaks olema varustatud selge ning lühikese pealkirjaga. Karakteristik '**Graafikal pealkirjad**' oli protsentarvuline suurus. Selleks leiti pealkirjadega varustatud staatilise graafika ja animatsioonide arv elektroonilise õpiku vastavas teemas ning arvutati, mitu protsenti moodustab vastav arv kogu graafika (staatiline graafika ja animatsioonid kokku) arvust selle teema korral.

Alessi ja Trollip (2001: 68) väidavad, et graafikat kasutatakse eelkõige neljal eesmärgil:

- 1) esitamaks esmast informatsiooni;
- 2) esitamaks analoogiaid;
- 3) organiseerimaks informatsiooni;
- 4) esitamaks vihjeid.

Antud uurimuses leiti karakteristikute '**Graafikaga esmane info**', '**Graafikaga analoogiad**' ja '**Graafikaga organiseerijad**' väärtused. Karakteristiku '**Graafikaga esmane info**' väärtuseks omistati arv, mitu graafikat (nii staatilist kui ka animatsiooni) esitavad antud elektroonilise õpiku teemas esmast (uut) informatsiooni. Karakteristiku '**Graafikaga analoogiad**' väärtuseks omistati arv, mitut graafikat on elektroonilise õpiku vastavas teemas kasutatud analoogiate toomiseks ning karakteristiku '**Graafikaga organiseerijad**' väärtuseks omistati arv, mitme graafika abil on elektroonilise õpiku teemas organiseeritud materjali. Joonisel 2.2 on toodud üks näide graafikast, mille eesmärgiks on organiseerida õppematerjali. Toodud graafika on elektroonilisest õpikust *Eesti geograafia*, ja see on lisatud tekstile, mis kirjeldab masinate monteerimist kui masinatööstuse töökorralduse kolmandat etappi. Kuna graafikat kasutati analoogiate toomise eesmärgil vaid kahe eksperimendis kasutatud elektroonilise õpiku teema korral, jäi karakteristik '**Graafikaga analoogiad**' edasisest analüüsist välja.



Joonis 2.2. Näide graafika kasutamisest õppematerjali organiseerimise eesmärgil.

Mitmed autorid (Wang & Sleeman, 1993b; Boyle, 1997; Baxter & Preece, 1999; How to evaluate..., 2000; Wang, 2000; Lawless jt., 2003) toovad välja, et arvutipõhised õppematerjalid on kasulikud, kui need kasutavad videot ning heli. Goyne ja tema kolleegid (2000) väidavad, et video ja heli saavad õppematerjalides luua reaalse ettekujutuse elust ning need komponendid annavad arvutipõhistele õppematerjalidele eelised traditsiooniliste ees. Kuid autorid (Goyne jt., 2000; Alessi & Trollip, 2001) nendivad, et need meedialiigid peaksid olema selged, sobiva kestusega, kergesti jälgitavad ja neid tuleks kasutada vaid õppeesmärkide seisukohalt olulise informatsiooni edastamiseks.

Najjar (2001) soovib lisada video arvutipõhistele õppematerjalidele, kui tahetakse näidata muutust ajas. Nielsen (1995) leiab, et video abil saab anda kasutajale aimu rääkija isiksusest ning kaasata mitteamvõtupõhist meediat (näiteks televisioonisaateid). Alessi ja Trollip (2001: 72) väidavad, et jutustaja kirjeldus, kuidas kasutada mingit seadet, on otstarbekam kui sellest lugemine, seejuures võib lühike video asendada pikka tekstilõiku. Boyle (1997: 178) nendib, et kuigi videol on suuri eeldusi õpitulemuse suurendamiseks, jääb see ressurss sageli kasutamata, sest õpitarkvaras peab kasutaja vaid passiivselt videot vaatama. Karakteristiku '**Videote arv**' väärtuseks omistati arv, mitu videot oli elektroonilise õpiku konkreetse teema esituses. Antud karakteristiku väärtuseks oli 0 juhul, kui elektroonilise õpiku vastava teema esituses polnud ühtki videot.

Karakteristiku '**Kokku graafikat ja videot**' väärtuseks liideti kõikide staatilise graafika liikide (lihtsustatud illustratsioonid, illustratsioonid, tabelid, graafikud, skeemid ja fotod), animatsioonide ja videote arvud. Näiteks kui elektroonilise õpiku teema esituses kasutati 4 tabelit, 2 fotot, 5 animatsiooni ja 1 videot, sai karakteristik '**Kokku graafikat ja videot**' väärtuseks 12. Juhul, kui

elektroonilise õpiku teemas esitati kogu õppematerjal vaid teksti abil, oli vastava karakteristiku väärtuseks 0.

Najjar (2001) väidab, et kui õppija visuaalne kanal on juba hõivatud, siis on parem kasutada heli kui teksti. Nii näiteks on efektiivne anda koos animatsiooniga selgituseks heli, mitte teksti (Boyle, 1997; Najjar, 2001). Higgins (2000) ning Alessi ja Trollip (2001: 75) soovivad anda suulised juhised koos ekraanil ilmuva tekstiga, kuna heli tõmbab tähelepanu ka siis, kui õppija ei vaata ekraanile. Boyle (1997: 173) soovib lisada heli, kui see pole vaid kaunistus, vaid õppematerjali keskne teema. Seejuures väidab autor, et pikad monoloogid pole kuigi atraktiivsed, sest kasutaja tähelepanu hajub kiiresti.

Antud uurimuses analüüsiti alternatiivskaalal olevaid karakteristikuid 'Heli', 'Taustameloodia' ja 'Heli seos konkreetse olukorraga'. Karakteristiku 'Heli' väärtuseks omistati 1 juhul, kui elektroonilise õpiku konkreetse teema esituses kasutati heli ning väärtuse 0 sai vastav karakteristik selle meedialüügi puudumisel. Karakteristiku 'Taustameloodia' väärtuseks omistati 1 juhul, kui elektroonilise õpiku konkreetse teema esituse ajal kasutati taustameloodiat ning antud karakteristiku väärtus 0 vastas taustameloodia puudumisele. Karakteristiku 'Heli seos konkreetse olukorraga' väärtuseks oli 1 juhul, kui heli kasutati läbi terve elektroonilise õpiku teema seoses konkreetse olukorraga (näiteks anti heliga juhised või kasutati heli animatsioonide selgitamiseks või kasutati lisamaterjali puhul taustameloodiat vms). Antud karakteristiku väärtuseks oli 0 juhul, kui heli kasutati erinevates olukordades ning antud karakteristikule jäi väärtus omistamata juhul, kui elektroonilise õpiku vastava teema esituses ei kasutatud üldse heli. Kuna eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute ühegi teema esituses ei kasutatud heli, jäid viimatikirjeldatud kolm karakteristikut edasisest analüüsist välja.

Riding ja Grimley (1999) väidavad, et multimeediumi iseärasus on õppe paindlikkus. Õpilane saab valida nii esitusviisi (tekst, pilt, heli) kui ka juhtida oma õppimist. Seega multimeediumi materjalid võiksid sobida erinevate õpistiilidega õppijatele. Seetõttu motiveerivad multimeediumi materjalid õppureid enam, sest õpilasi tõmbab enam see esitus, mis vastab nende õpistiilile (Riding & Grimley, 1999). Laurentiis (1993) väidab aga, et õpitarkvara, mis kasutab erinevaid meediavõimalusi, võib olla huvitav, kuid ei pruugi olla õpetav. Sageli kuhjatakse ekraanile kõikvõimalikke elemente, kasutatakse erinevaid meedialiike, pakutakse liiga palju võimalusi, mis ajab kasutaja segadusse. Mittesegipaisatud ekraan ja järjekindel ekraani disain on vajalikud materjalist korrektselt arusaamiseks (Higgins, 2000). Multimeediumi õppematerjalide korral peavad kavandajad oskama vastata küsimusele, mil määral on õppija võimeline käsitlema eri tüüpi infot üheaegselt? Milliseid reegleid on vaja järgida, juhendades kasutajaid valima samaaegselt esitatud info hulka ja olemust? Milliseid individuaalseid erinevusi tuleb arvestada multimeediumi puhul (Gyselinck jt., 2000)? Laurentiis (1993) ja Najjar (1996) soovivad väga hoolikalt valida meedia, et see sobiks kokku õpitava sisuga. Autorid väidavad, et meedia, mida

kasutatakse mingi konkreetse teema õpetamiseks peab sõltuma nii õpitavate detailide tasemest kui ka konkreetse teema hariduslikest eesmärkidest.

Karakteristiku '**Meedialiiikide arv**' väärtuseks omistati arv, mitut erinevat liiki meediat (tekst, staatiline graafika, animatsioon, video ja heli) on kasutatud elektroonilise õpiku konkreetse teema puhul informatsiooni esitamiseks. Karakteristiku '**Esitusviiside arv**' väärtuseks liideti aga karakteristiku 'Graafika liikide arv' väärtusele 1 juhul, kui elektroonilise õpiku vastava teema korral kasutati ka videot või heli ning 2 juhul, kui elektroonilise õpiku vastava teema korral kasutati nii videot kui ka heli. Lõpuks liideti saadud arvule veel 1, kuna kõikide eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade puhul esitati materjali ka tekstina. Saadud arv näitas, mitme erineva esitusviisiga oli informatsiooni elektroonilise õpiku vastavas teemas esitatud.

Analüüsi ka karakteristikuid 'Kolmemõõtmeliste kujutiste arv' ja 'Kolmemõõtmeliste kujutiste protsent'. Kolmemõõtmelisteks kujutisteks loendati kõikide fotode, video ning kolmemõõtmeliste animatsioonide, illustratsioonide ja graafikute arv elektroonilise õpiku konkreetses teemas. Saadud arv omistati karakteristiku '**Kolmemõõtmeliste kujutiste arv**' väärtuseks. Karakteristiku '**Kolmemõõtmeliste kujutiste protsent**' väärtuseks arvutati iga elektroonilise õpiku teema korral, mitu protsenti moodustab karakteristiku 'Kolmemõõtmeliste kujutiste arv' väärtus karakteristikust 'Kokku graafikat ja videot'.

Nagu eespool mainitud on Boyle (1997: 151) väitel multimeediumi põhi-komponentideks tekst ning graafika. Weiss ja tema kolleegid (2002) väidavad, et staatiline graafika on enam efektiivne, kui see on esitatud koos verbaalse selgitusega. Kui inimesed töötlevad teksti ja pildi ühendeid, ehitavad nad kahe infoallika integreeritud esituse. Integreeritud esitus on tavaliselt rikkam kui esitus, mis on töötatud välja ainult teksti või ainult pildi baasil (Merlet, 2000). Pilt võib ka esitada infot, mis pole tekstis sõnaselgelt öeldud, kuid mis on sellest hoolimata vajalik teksti mõistmiseks ja interpretatsiooniks. Pildid võivad suurendada lugeja motivatsiooni ja juhatada materjali põhjalikumalt töötlemata (Merlet, 2000). Esitus, mis sisaldab kahest infoallikast (verbaalset ja visuaalset), aitab kodeerimisprotsessis rajada tähendusrikkaid seoseid kahe algse esituse vahel. Seega, mida enam toetab haridusliku materjali esitus selliste sidemete loomist, seda enam õpitakse. Mitte kujutised ise pole need, mida hiljem meenutatakse, vaid seosed, mida need loovad. Pilt on kasulik vaid siis, kui see täiendab või seob teksti erinevaid elemente. Lihtsalt illustratsiooni lisamine sõna kõrvale ei soodusta õppimist. Õppematerjalile lisatud pilt loob erinevaid kujutlusi, seejuures võib see luua ka õppijat segadusse ajavaid kujutlusi (Dubois & Vial, 2000).

Pildiline ja verbaalne info võib olla kas üleliigne, pakkudes sarnast infot kahe erineva meedia poolt või täiendada teineteist, pakkudes erinevat infot sama teema kohta (Gyselinck jt., 2000). Merlet (2000) väidab, et iga infoallikas, mis esitatakse ühel ekraanil, võtab töötlemisressursse, et seda saaks tajuda ja töödeldada. Näiteks võib võõrkeele õppimisel sünkroonne mitmeste allikate töötlemine (verbaalne ja pildiline) olla õppija ülekoormamine. Järeldusena märgib

autor, et pildiline info, mis pole korrektselt ühendatud teiste allikatega võib pigem takistada kui soodustada mõistmist.

Ka Laurentiis (1993), Rieber (1996) ja Higgins (2000) väidavad, et õpitarkvara tootjad langevad sageli tarbetu illustreerimise lõksu – lisatakse asjakohatut graafikat. Põhjuseks toob Laurentiis (1993) paljude õpitarkvara kavandajate arvamuse, et graafika eesmärk on lõbustada ja pakkuda meelelahutust, et graafika on kui õppimise koomiline või visuaalne külg. Graafika peab aga toetama õppimisprotsessi pakkudes õpitavale teemale selgitusi. Graafikal on õppeprotsessis oluline mõju, kuid seda ei tohi kasutada tähelepanu õppe-eesmärkidelt kõrvale juhtimiseks ja asjakohatu info edastamiseks (Laurentiis, 1993; Rieber, 1996; Philips, 1997; Berry, 2000). Ka õpiku-uurijad väidavad, et illustratsiooni lisamisel õpiku tekstile peab olema hariduslik eesmärk (Mikk, 2000: 287).

Antud uurimuses analüüsiti kolme karakteristikut, mis iseloomustasid graafika ja teksti ning video ja teksti vahelisi seoseid. Kõik need kolm karakteristikut olid protsentarvulised suurused. Karakteristiku **‘Graafika ja video koos seotud tekstiga’** väärtuse leidmiseks toimiti järgnevalt: Kõigepealt leiti graafika ning videote arv, mida oli võimalik esitada elektroonilise õpiku vastavas teemas ühel ja samal ekraanil (vajadusel kerides materjali) koos seda graafikat või videot kirjeldava või selgitava või iseloomustava või mainiva tekstiga. Seejärel arvutati, mitu protsenti moodustab leitud arv karakteristikuku **‘Kokku graafikat ja videot’** väärtusest vastava teema korral. Saadud protsentarv omistatigi karakteristikuku **‘Graafika ja video koos seotud tekstiga’** väärtuseks.

Karakteristiku **‘Graafika ja video koos üleliigse tekstiga’** väärtuse leidmiseks analüüsiti, mitmel juhul graafika või videoga koos esitatud tekst oli üleliigne. Teksti loeti üleliigseks juhul, kui vastav graafika või video oli mõistetav ka selle tekstita (pakuti sama infot erinevate meediate poolt). Seejärel lahutati saadud arv graafika ning videote arvust, mida oli võimalik esitada ühel ja samal ekraanil koos seotud tekstiga (leitud eelmise karakteristikuku korral) ning arvutati, mitu protsenti moodustab leitud vahe karakteristikuku **‘Graafika ja video koos seotud tekstiga’** väärtusest. Karakteristiku **‘Graafika ja video koos täiendava tekstiga’** väärtuseks aga arvutati kahe eelmise karakteristikuku (**‘Graafika ja video koos seotud tekstiga’** ning **‘Graafika ja video koos üleliigse tekstiga’**) vahe.

Enamik õppijaist leiab must-valge õpitarkvara olevat vanamoodsa ja igava (Alessi & Trollip, 2001: 76). Boyle (1997: 160) kirjutab, et värvid sisendavad elu ja esteetilist mõju esitlusele. Alessi ja Trollip (2001: 76) aga väidavad, et õppematerjalides on värve nagu graafikaki paljudel juhtudel kasutatud ebaotstarbekalt – vaid kaunistamiseks. Sageli valitakse värve individuaalsetest eelistustest lähtudes. Ka Goyne ja tema kolleegid (2000) kirjutavad, et õppematerjalides kasutatud värvid peavad sobima kogu ülejäänud kujundusega.

Livingston ja Sandals (1992) väidavad, et värvide kasutamise soovitused peaks olema pigem objektiivse kui subjektiivse iseloomuga. Vältida tuleks liiga paljude värvide korruga kasutamist (Boyle, 1997: 162; Alessi & Trollip, 2001: 76). Samuti tuleks vältida järske muutusi kõrvutiasetsevates värvustes. Boyle

(1997: 162) soovitab, et ühe värvi erinevad toonid aitavad luua harmoonilise värviskeemi.

Antud uurimuses analüüsiti ka värvide kasutamist iseloomustavaid karakteristikuid. Karakteristiku '**Must-valge esitus**' väärtuseks omistati 1 juhul, kui kogu õppematerjal oli esitatud elektroonilise õpiku konkreetse teemas must-valgena ning vastava karakteristiku väärtuseks sai 0 elektroonilise õpiku teemas värvilisena esitatava informatsiooni korral. Kuna kõikide antud eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade puhul kasutati informatsiooni värvilist esitust, jäi vastav karakteristik edasisest analüüsist välja.

Karakteristiku '**Värvide arv**' väärtuseks omistati ühel ekraanitäiel info esituseks kasutatud erinevate värvide arvu maksimum. Erinevateks värvideks loeti näiteks roosa ja punane, kuid kaks erinevat punase värvi tooni loeti üheks värviks.

Boyle (1997: 162) ning Alessi ja Trollip (2001: 77) soovivad värve kasutada kodeerimiseks, kuid märgivad, et sellega ei tohiks üle pingutada, sest siis ei jää vastavad värvikoodid kasutajatele meelde ning neid hoopis eiratakse. Karakteristiku '**Värvidega kodeerimine**' väärtuseks omistati arv, mitu erinevat värvi kasutati kodeerimiseks. Värvidega kodeerimiseks loeti näiteks erineva värviga esiletoodud näiteid või lisamaterjali või termineid vms.

Boyle (1997: 162) ning Alessi ja Trollip (2001: 76) soovivad ka kasutada värve vastavalt ühiskonna tavadele. Värvide kasutamisel vastavalt ühiskonna tavadele tuleks näiteks punast värvi kasutada keelatud ning rohelist lubatud tegevuste korral. Karakteristiku '**Värvide kasutus seoses igapäevaeluga**' väärtuseks omistati 1 juhul, kui värvide kasutus polnud vastuolus ühiskonna tavadega ning 0 juhul, kui värvide kasutus oli nende tavadega vastuolus. Kuna eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute ühegi teema puhul ei läinud värvide kasutus vastuollu ühiskonna tavadega, jäi antud karakteristik edasisest analüüsist välja.

Kui trükitud tekst on esitatud enamasti mustana valgel paberil, siis arvutipõhistes õppematerjalides teksti värv ja tausta kujundus on sageli erinev. Boyle (1997: 161), Alessi ja Trollip (2001: 77) ning Walz (2001) soovivad, et õpitarkvara kavandajad peavad valima kontrastse teksti ja tausta värvi. Boyle (1997: 162) soovitab, et ükskõik, millist värvi õppematerjalide taustaks ei valitaks, tuleks kindlustada, et see oleks silmale pehme ja mitte pealetükkiv. Waltz (2001) väidab, et hele tekst tumedal taustal väsitab lugejat, taustamuster raskendab lugemist. Ka Boyle (1997: 162) väidab, et valge taust annab maksimaalse vabaduse värvide valikuks taustal olevate objektide jaoks. Siiski nendib autor, et suured piirkonnad valget võivad mõjuda väsitavalt ja soovitab alternatiivna valge kõrval halli. Halli tagapõhja kasutatakse laialdaselt arvutipõhistes õppematerjalides, kuigi paljude inimeste jaoks on hall igav. Seepärast on efektiivne valida tausta värv nii, et see oleks seotud õppematerjali iseloomuga ning, et see sobiks kõikide sellel kujutatud objektide värviga (Boyle, 1997: 162). Karakteristik '**Teksti ja tausta värv**' oli sõnaline tunnus, mille väärtuseks omistati teksti ja tausta valdav värvus elektroonilise õpiku konkreetse teema puhul.

2.4. Elektrooniliste õpikute teksti karakteristikud

Boyle (1997: 151) väidab, et tekst saab olla üks kõige efektiivsemaid komponente multimeediumis. Tekstil on suur mõjuvõim, ükskõik kas see on väljendatud paberil või arvutiekraanil. Kuna eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute puhul edastati informatsiooni peamiselt teksti abil, leiti info esitamise karakteristikute alaliigina teksti karakteristikud. Leidmaks elektrooniliste õpikute teksti karakteristikute väärtusi, viidi kõik elektrooniliste õpikute teemad tekstid tekstifaili kujule. Analüüsima teksti karakteristikuid koostati programm andmebaasisüsteemi *FoxPro* abil.

Teksti karakteristikutena on õpiku-uurijate (Mikk, 2000) poolt välja toodud järgmised karakteristikud: tuntud sõnade arv ja osakaal, terminite arv ja osakaal, nimisõnade abstraktsus, lause pikkus ja struktuur ning teksti struktuur. Sõnade tuntuse määramiseks kasutatakse nii sõnade sagedust kui ka pikkust (Mikk, 2000: 79–83). Antud uurimuses kasutati sõnade tuntuse määramiseks sõnade pikkust. Pikad sõnad sisaldavad enam informatsiooni ja on seetõttu raskemini mõistetavad (Mikk, 2000: 83). Kuna Eestis väljatöötatud loetavusvalemi üheks argumendiks on 9 ja enamatäheliste sõnade protsent (Mikk, 2000: 129), siis kasutati antud uurimuses sama pikkade sõnade määramiseks sama kriteeriumit. Karakteristiku '**Pikkade sõnade protsent tekstis**' väärtuseks omistati elektroonilise õpiku vastavas teemas esinevate 9 ja enamatäheliste sõnade protsent kõikidest sõnadest. Karakteristiku väärtus arvutati andmebaasisüsteemis *FoxPro* abil koostatud programmi abil, kus loendati esmalt kõikide sõnade arv elektroonilise õpiku vastavas teemas, seejärel 9 ja enamatäheliste sõnade arv selles teemas. Lõpuks arvutati, mitu protsenti moodustavad teema 9 ja enamatähelised sõnad kõikidest teemas esinevatest sõnadest ning saadud protsentarv omistati karakteristiku 'Pikkade sõnade protsent' väärtuseks.

Terminid on mingi eriala oskussõnad ning tavalugeja jaoks sageli tundmatud sõnad, mida ei kasutata igapäevaelus. Termineid sisaldava teksti mõistmiseks on vaja teada termini täpset tähendust. Kui tekstis on suur hulk termineid, võib see olla lugeja jaoks arusaamatu. Nii terminid kui ka tundmatud sõnad õpikus on vajalikud. See tähendab, et õpikus peavad olema mõned tundmatud sõnad, kuid need peavad olema lahti seletatud. Ka terminite arv peab olema piiratud ning neid tuleb samas tähenduses kasutada kogu õpikus või õpikuseerias (Mikk, 2000: 84).

Elektrooniliste õpikute teemades esinevaid termineid määrasid vastava õppeaine õpetajad. Nii määras matemaatikaõpetaja elektroonilise õpiku *Hulgad* teemade terminid, geograafiaõpetaja elektroonilise õpiku *Eesti geograafia* teemade terminid jne. Selleks trükiti välja kõikide eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade tekstid ning jagati need vastavatele aineõpetajatele. Õpetajad joonisid nendes tekstides alla kõik vastava aine alased terminid, nii need, mis esitati vastavas teemas esmakordselt, kui ka terminid, mille tähendus oleks pidanud õpilastele juba tuntud olema. Karakteristiku '**Terminite arv tekstis**' väärtuseks loendati iga elektroonilise õpiku teema tekstist vastava

aineõpetaja poolt allajoonitud terminite arv. Seejuures arvestati ka korduvaid termineid. Karakteristiku **'Terminite protsent tekstis'** väärtuseks arvutati, mitu protsenti moodustab karakteristiku 'Terminite arv tekstis' väärtus elektroonilise õpiku konkreetse teema kõikidest sõnadest (väljastatud andmebaasisüsteemis *FoxPro* koostatud programmi poolt).

Alessi ja Trollip (2001: 57) väidavad, et ka menüüde valikud peavad olema kasutajatele mõistetavad. Seepärast kirjutati aineõpetajatele välja kõikide elektroonilise õpiku konkreetse teema omandamiseks vajalike menüüde ning hierarhiliste menüüde korral ka alammenüüde valikud. Analoogiliselt tekstis terminite määramisega joonisid aineõpetajad ka nende puhul alla vastava aine terminid. Karakteristiku **'Terminite protsent menüüdes'** väärtuseks arvutati mitu protsenti kõikides menüüdes esinevate sõnade arvust moodustas menüüdes esinevate terminite arv (allajoonitud aineõpetajate poolt). Karakteristiku **'Terminite protsent alammenüüdes'** väärtuseks omistati aga protsentarv, mitu protsenti kõikides alammenüüdes esinevate sõnade arvust moodustas alammenüüdes esinevate terminite arv (allajoonitud aineõpetaja poolt). Juhul, kui elektroonilises õpikus ei kasutatud hierarhilisi menüüsid (alammenüüsid polnud), jäi karakteristik 'Terminite protsent alammenüüdes' väärtustamata.

Terminite jaoks kasutatakse erinevaid klassifikatsioone. Üheks teksti terminilisuse näitajaks on teksti keskmine terminoloogiline indeks (*mean terminological index*). Vastav indeks arvestab mitte ainult konkreetse aine termineid, vaid ka teiste ainete oskussõnu. Selle leidmiseks jaotatakse kõigepealt kõik tekstis esinevad nimisõnad klassidesse, kus klassi indeks näitab nimisõna terminilisust. Indeks 1 tähistab igapäeva elus kasutatavaid mõisteid (laud, hobune jms.), 2 – termineid, mida kasutatakse ka igapäevaelus ja on seetõttu üldiselt lugejatele tuttavad (kiirus, hulk jms.) ning 3 – termineid, mida igapäevaelus ei kasutata (foogt, redoksreakstioon jms.). Summeerides kõigile nimisõnadele omistatud indeksid ja jagades saadud summa nimisõnade arvuga tekstilõigus, saadakse teksti keskmine terminoloogiline indeks (Mikk, 2000: 85). Analoogselt leiti iga elektroonilise õpiku teema korral karakteristiku **'Nimisõnade terminilisus'** väärtus. Selleks kirjutati esmalt tabelarvutusprogrammi *Excel* tabeli esimesse veergu välja kõik elektroonilise õpiku konkreetses teemas esinevad nimisõnad ning teise veergu kirjutati neile omistatud indeks, mis näitas vastava nimisõna terminilisust (1, 2 või 3). Kolmandasse veergu kirjutati, mitu korda vastavat nimisõna esimese elektroonilise õpiku teemas esines. Tabeli neljandas veerus arvutati nimisõna esinemissageduse ning nimisõna terminilisuse korrutis. Lõpuks jagati nimisõnade terminilisuse indeksite summa (tabeli neljanda veeru summa) kõikide vastava elektroonilise õpiku teemas esinevate nimisõnade arvuga (tabeli kolmanda veeru summa). Saadud keskmine terminoloogiline indeks omistati karakteristiku 'Nimisõnade terminilisus' väärtuseks esimese elektroonilise õpiku teema puhul. Kõikide eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade nimisõnade keskmise terminoloogilise indeksi määramiseks kasutati üht ning sama tabelarvutusprogrammi *Exceli* tabelit, lisades järgmiste teemade korral vaid uusi nimisõnu. Juhul, kui eelmises teemas

esinevat nimisõna järgmises teemas enam ei esinenud, oli vastava nimisõna sagedus tabelis 0 (teise teema korral kasutati nimisõnade esinemissageduste jaoks viiendat veergu, kolmanda teema korral kuuendat jne). Selline meetodika kindlustas, et kõikide elektrooniliste õpikute teemade korral samad nimisõnad saaks võrdsed terminilisust näitavad indeksid.

Ka nimisõnade abstraktsus on teksti keerukuse näitaja. Nimisõnade keskmine abstraktsus (*mean abstractness of nouns*) on nimisõnade abstraktsuse indeksite summa, jagatud nimisõnade arvuga vastavas katkendis (Mikk, 2000: 89). Karakteristiku '**Nimisõnade abstraktsus**' määramisel kasutati sama tabel-arvutusprogrammi *Excel* tabelit, mille abil määrati ka nimisõnade terminilisust. Terminilisuse määramise tabelile lisati veerg, kuhu kirjutati igale nimisõnale vastav abstraktsuse indeks 1–3. Abstraktsuse määramisel tähistas indeks 1 meeltega vahetult tajutavat objekti (pall, koer jms), 2 – tajutavat tegevust või fenomeni (jooks, päikeseloojang jms) ning 3 – tajutamatuid mõisteid (põhjus, funktsioon jms.) (Mikk, 2000: 88–89). Eksperimendis kasutatavates elektrooniliste õpikute teemades esinevate nimisõnade abstraktsuse indekseid aitas määrata TÜ doktorant Heli Uiho, kes koostab tarkvaraprogrammi nimisõnade abstraktsuse määramiseks. Analoogselt nimisõnade abstraktsuse terminilisuse leidmisele korrutati nimisõna esinemissagedus elektroonilise õpiku konkreetse teemas vastava nimisõna abstraktsuse indeksiga ning nimisõnade terminilisuse indeksite summa jagati kõikide vastava elektroonilise õpiku teemas esinevate nimisõnade arvuga. Saadud keskmine abstraktsuse indeks omistati karakteristiku '**Nimisõnade abstraktsus**' väärtuseks.

Õpiku-uurijad väidavad, et ka tekstis pikkade sõnade või fraaside asendamiseks kasutatavad lühendid muudavad teksti raskemini mõistetavaks. Lühendid, mida kasutatakse, peavad olema tekstis selgitatud ja nende sõnastik tuleb anda õpiku lõpus. Sama kehtib ka füüsika, keemia ja mõnede teiste ainete õpikutes kasutatud sümbolite kohta (Mikk, 2000: 84). Antud uurimuses kasutati tekstis esinevate lühendite iseloomustamiseks kaht karakteristikut: 'Defineeritud lühendite protsent tekstis' ja 'Defineerimata lühendite protsent tekstis'. Karakteristiku '**Defineeritud lühendite protsent tekstis**' väärtuseks arvutati, mitu protsenti moodustab defineeritud lühendite arv (arvestades ka korduvaid esinemisi) vastava elektroonilise õpiku teemas esinevate sõnade üldarvust (leitud andmebaasisüsteemi *FoxPro* abil). Defineeritud lühenditeks loeti sellised lühendid, mis olid eelnevalt pikalt välja kirjutatud ja seejärel sulgudes toodud vastav lühend. Näiteks kui teksti alguses oli toodud Molotov-Ribbentropi pakt (MRP) ning edaspidi oli kasutatud lühendit MRP, siis vastavat lühendit loeti defineeritud lühendiks. Defineeritud lühendite hulka loeti ka eesti keeles sagedamini esinevad lühendid nagu jne., jt., a., jms. Karakteristiku '**Defineerimata lühendite protsent tekstis**' väärtuseks omistati aga protsentarv, mitu protsenti moodustab defineerimata lühendite arv (arvestades ka korduvaid esinemisi) vastava elektroonilise õpiku teemas esinevate sõnade üldarvust. Defineerimata lühenditeks loeti sellised lühendid, mida tekstis kasutati, kuid mis polnud vastava elektroonilise õpiku teema tekstis defineeritud (pikalt välja

kirjutatud) ning polnud ka üldtuntud lühendid. Nii defineeritud kui ka defineerimata lühendite leidmiseks trükiti välja kõikide elektrooniliste õpikute teemade tekstid ning jooniti alla vastavad lühendid.

Analüüsiti ka karakteristikuid '**Lühendite protsent menüüdes**' ja '**Lühendite protsent alammenüüdes**'. Nende karakteristikute leidmiseks arvatati protsentarv, mitu protsenti moodustab vastavalt menüüde ja alammenüüde valikutes olevate lühendite arv menüüde ja alammenüüde valikutes esinevate sõnade üldarvust. Kuna eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute ühegi teema korral ei menüüde ega alammenüüde valikutes lühendeid ei esinenud, jäid viimatikirjeldatud kaks karakteristikut edasisest analüüsist välja.

Karakteristiku '**Sümbolite protsent tekstis**' väärtuseks arvatati, mitu protsenti moodustab elektroonilise õpiku teemas esinevate sümbolite arv (arvestades ka korduvaid esinemisi) vastava elektroonilise õpiku teema sõnade üldarvust (leitud andmebaasisüsteemi *FoxPro* abil). Sümbol on märk millega asendatakse mõistet või matemaatilist tehet vms. Sümboliteks loeti antud uurimuses näiteks hulga elemendi kuuluvust tähistav sümbol \in , erinevate keemiliste elementide sümbolid, dollari sümbol \$ või protsendi sümbol %.

Karakteristiku '**Valemite protsent tekstis**' väärtuseks arvatati, mitu protsenti moodustab elektroonilise õpiku konkreetses teemas esinevate valemite arv selles elektroonilise õpiku teemas esinevate lausete üldarvust (leitud andmebaasisüsteemi *FoxPro* abil). Ka sümbolite arvu ning valemite arvu leidmiseks trükiti välja kõikide elektrooniliste õpikute teemade tekstid ning neis jooniti alla kõik esinevad sümbolid ja valemid.

Tundmatud sõnad, terminid ja abstraktsus on teksti semantilise keerukuse indikaatorid. Süntaktilist keerukust määratakse lause keerukuse abil. Ka lausete keerukuse kohta on koostatud kategooriad. Lihtsam meetod lausete keerukuse määramiseks on lause pikkuse arvestamine. Lause pikkuse mõõtmiseks kasutatakse erinevaid meetodeid. Lause pikkusena saab kasutada nii sõnade, silpide, tähtede kui ka sümbolite arvu lauses. Mõnikord kasutatakse ka iseseisva lause (põimlause jagatud lihtlauseteks) pikkust (Mikk, 2000: 93). Soovitav on tekstis kasutada lühikesi lauseid, kuid ainult lühilauseste kasutamine muudab teksti monotoonseks. Seepärast soovitatakse lause pikkust varieerida. Ka keerulise lause lühilauseste jagamine võib mõnikord olla ohtlik, sest kaovad ära lausete vahelised seosed (Mikk, 2000: 174).

Antud uurimuses kasutati lause keerukuse iseloomustamiseks karakteristikut '**Lause keskmine pikkus**', mis leiti andmebaasisüsteemi *FoxPro* abil kirjutatud programmi abil. Esmalt leiti kõikide elektroonilise õpiku konkreetses teemas esinevate lausete pikkuste summa ning seejärel jagati saadud arv vastava elektroonilise õpiku teemas esinevate lausete arvuga. Lause pikkust mõõdeti tähelepanekas liites kõikide lauses esinevate sõnade pikkuse (mõõdetuna tähelepanekas) ning lauses esinevate kirjavahemärkide arvu. Programm luges üheks lauseks tekstilõigu, mis lõppes kas punkti, hüüumärgi või küsimärgiga.

Juhul, kui teksti esitamiseks kasutatakse erinevaid lehekülgi või aknaid, on teksti mõistetavuse osas oluline, et terve tekstilõik ei algaks eelmise lehekülje

viimaselt realt ega lõpeks uue lehekülje esimesel real (Alessi ja Trollip, 2001: 63). Antud uurimuses analüüsiti karakteristikut **'Poolitatud lõigud'**, mille väärtuseks omistatigi selliste tekstilõikude arv elektroonilise õpiku konkreetse teemas, mille korral lõik kas algas eelmise lehe viimasel real või lõppes uue lehekülje esimesel real. Juhul, kui elektroonilise õpiku konkreetse teemas ei kasutatud lehekülgede vahetamist, vaid kerimist, sai vastav karakteristik väärtuseks 0. Kuna eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemadest üheski ei alustatud lõiguga eelmise lehe viimasel real ega lõpetatud uue lehekülje esimesel real, jäi karakteristik **'Poolitatud lõigud'** edasisest analüüsist välja.

Teksti struktuur määratakse teksti elementide järjestuse ja nende vaheliste seoste poolt ning see saab kas soodustada või raskendada teksti mõistmist. Seepärast kuulub teksti analüüsi ka teksti elementide vaheliste seoste ja järgnevuse uurimine. Teksti struktuuri on võimalik analüüsida eri tasanditel: mõiste, mõte, lause, lõik, paragrahv, jne. Kõige enam praktiseeritud meetod on mõistete ja mõtete vaheliste seoste analüüs (Mikk, 2000: 94).

Traditsioonilise tekstiga võrreldes on multimeediumis tekst jagatud väiksemateks ühikuteks, kusjuures tekst võib olla mittetäielik: see võib osutada teistele meedia elementidele kontekstis, et täiendada sõnumit (Boyle, 1997: 152). Ka Tierney ja tema kolleegid (1997) soovivad, et arvutipõhine tekst peaks olema lühem kui traditsiooniline õpiku tekst paberil. Õpiku-uurijad väidavad, et õppematerjali tekst peaks olema konkreetne ja mitte laialivalgav (Mikk, 2000: 160).

Teksti mahtu iseloomustava karakteristikuna kasutati karakteristikut **'Teksti pikkus'**, mida mõõdeti tähepärgides. Vastava karakteristikuga väärtuseks omistati kõikide vastava elektroonilise õpiku teemas esinevate lausete pikkuste summa mõõdetuna tähepärgides (leitnud andmebaasisüsteemi *FoxPro* abil kirjutatud programmi abil karakteristikuga 'Lause keskmine pikkus' arvutamiseks), millele liideti valemite pikkuste summa tähepärgides.

Teksti struktuuri iseloomustati antud uurimuses nelja erineva karakteristikuga abil: 'Õppematerjali konkreetsus', 'Õppetund osadeks jaotatud', 'Loogiline ülesehitus' ja 'Seosed õppetunni osade vahel'. Kõiki neid nelja karakteristikut hindasid eksperdid iga elektroonilise õpiku teema puhul 5-pallisel skaalal hindamislehtede ning hindamisjuhendite alusel. Karakteristikuga **'Õppematerjali konkreetsus'** väärtusele -2 vastas hinnang 'õppematerjal on väga laialivalgav', väärtusele -1 vastas hinnang 'õppematerjal on üsna laialivalgav', väärtusele 0 vastas hinnang 'õppematerjal on kohati laialivalgav, kuid kohati konkreetne', väärtusele 1 vastas hinnang 'õppematerjal on üsna konkreetne' ja väärtusele 2 vastas hinnang 'õppematerjal on täiesti konkreetne'. Karakteristikuga 'Õppematerjali konkreetsus' väärtuseks arvutati ekspertide poolt vastava elektroonilise õpiku teemale antud hinnangute mediaan.

Karakteristikuga **'Õppetund osadeks jaotatud'** väärtustele -2 kuni 2 vastavad hinnangud olid järgmised: 'teema on väga halvasti osadeks jaotatud', 'teema on üsna halvasti osadeks jaotatud', 'teema on kohati halvasti, kuid

kohati hästi osadeks jaotatud', 'teemaosad on hästi osadeks jaotatud' ja 'teemaosad on väga hästi osadeks jaotatud'. Karakteristiku 'Õppetund osadeks jaotatud' väärtuseks arvatati ekspertide poolt vastava elektroonilise õpiku teemale antud hinnangute mediaan.

Karakteristiku '**Loogiline ülesehitus**' väärtusele -2 vastas hinnang 'teema täiesti loogilise ülesehitusega', väärtusele -1 vastas hinnang 'teema on loogilise ülesehitusega', väärtusele 0 vastas hinnang 'teema on kohati loogilise ülesehitusega, kuid kohati loogilise ülesehitusega', väärtusele 1 vastas hinnang 'teema loogilise ülesehitusega' ja väärtusele 2 vastas hinnang 'teema on täiesti loogilise ülesehitusega'. Karakteristiku 'Loogiline ülesehitus' väärtuseks arvatati ekspertide poolt vastava elektroonilise õpiku teemale antud hinnangute mediaan.

Karakteristiku '**Seosed õppetunni osade vahel**' väärtustele -2 kuni 2 vastavad hinnangud olid järgmised: 'teema osad on täiesti seostamata', 'teema osad on halvasti seostatud', 'teema osad on kohati halvasti, kuid kohati hästi seostatud', 'teema osad on hästi seostatud' ja 'teema osad on väga hästi seostatud'. Karakteristiku 'Seosed õppetunni osade vahel' väärtuseks arvatati ekspertide poolt vastava elektroonilise õpiku teemale antud hinnangute mediaan.

Õpikutes soovitatakse teema sissejuhatuses tuua välja õppe-eesmärgid, mis aitavad õpilasel eristada olulist informatsiooni (Mikk, 2000: 181). Teema kokkuvõttes aga korrata olulisemat informatsiooni, et see lugejatele paremini meelde jääks (Mikk, 2000: 189) Antud uurimuses kasutati alternatiivskaalal olevaid karakteristikuid 'Õppetunni eesmärgid näidatud' ja 'Õppetunni kokkuvõte'. Karakteristiku '**Õppetunni eesmärgid näidatud**' väärtus oli 1 juhul, kui elektroonilise õpiku konkreetse teemas olid välja toodud õppe-eesmärgid ning selle karakteristiku väärtus oli 0 juhul, kui õppe-eesmärkidest polnud elektroonilise õpiku konkreetse teemas juttu. Seejuures polnud oluline, kas õppe-eesmärgid olid toodud teema sissejuhatuses, teema kokkuvõttes või teema sees. Karakteristiku '**Õppetunni kokkuvõte**' väärtuseks oli 1 juhul, kui teema lõpus oli esitatud teema kokkuvõte ning 0 juhul, kui teema kokkuvõtet polnud. Kuna aga eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute üheski teemas ei kirjutatud õppe-eesmärkidest ning teema kokkuvõte esines vaid kahe teema korral, jäid viimatikirjeldatud kaks karakteristikut edasisest analüüsist välja.

Mikk toob välja erinevaid võimalusi, kuidas muuta teksti lugeja jaoks huvitavaks. Üheks selliseks võimaluseks on esitada tekstis vasturääkivusi: näiteks uute ja vanade andmete vahel, kahe isiku ideede vahel jne. Seejuures peaksid vasturääkivad ideed olema tekstis välja toodud (Mikk, 2000: 247). Antud uurimuses analüüsitud karakteristik '**Vasturääkivused**' oli arvuline suurus. Selle väärtuse leidmiseks loendati, mitmel korral olid elektroonilise õpiku konkreetse teemas välja toodud vasturääkivused. Juhul, kui vastavas teemas vasturääkivusi ei kasutatud, oli antud karakteristiku väärtuseks 0. Analoogiliselt eelmisele karakteristikule jäi ka karakteristik 'Vasturääkivused' edasisest analüüsist välja, sest eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute üheski teemas polnud vasturääkivusi välja toodud.

Õpilasi motiveerib teema seotus igapäevaeluga (Mikk 2000: 180). Karakteristikut '**Seos igapäevaeluga**' hindasid eksperdid iga elektroonilise õpiku teema puhul 5-pallisel skaalal hindamislehtede ning hindamisjuhendite alusel. Selle karakteristiku väärtusele -2 vastas hinnang 'antud teema pole igapäevaeluga üldse seotud', väärtusele -1 vastas hinnang 'antud teema pole igapäevaeluga kuigivõrd seotud', väärtusele 0 vastas hinnang 'antud teema on igapäevaeluga mingil määral seotud', väärtusele 1 vastas hinnang 'antud teema on igapäevaeluga seotud' ja väärtusele 2 vastas hinnang 'antud teema on igapäevaeluga väga tihedalt seotud'. Karakteristiku 'Seos igapäevaeluga' väärtuseks arvatati ekspertide poolt vastava elektroonilise õpiku teemale antud hinnangute mediaan.

Teksti konkreetsemaks muuta aitab analoogiate ning näidete esitamine tekstis (Mikk, 2000: 169). Uurimuses kasutatud karakteristikute '**Analoogiad**' ning '**Näited**' puhul kasutati 5-palli skaalal olevaid hinnanguid. Nende karakteristikute korral tähistas hinnang -2 vastavalt analoogiate või näidete täielikku puudumist elektroonilise õpiku konkreetse teemas; -1 – üksikud analoogiad/näited, mis polnud tekstis välja toodud; 0 – mitmed analoogiad/näited, kuid need polnud enamasti tekstist välja toodud; 1 – mitmed tekstist välja toodud analoogiad/näited; 2 – palju analoogiad/näiteid ning need kõik on tekstist välja toodud.

Tekst võib ka olla raskemini mõistetav kahemõtteliste lausete või väljendite kasutamisel ning juhul, kui tekst sisaldab grammatikavigu. Uurimuses analüüsiti karakteristikuid 'Kahemõttelisused' ja 'Vead', kus karakteristiku '**Kahemõttelisused**' väärtuseks omistati elektroonilise õpiku konkreetse teemas esinevate kahemõtteliste lausete ja fraaside arv ning karakteristiku '**Vead**' väärtuseks elektroonilise õpiku vastavas teemas esinevate grammatikavigade arv. Kahemõtteliste lausete all mõeldi lauseid nagu "Tee on valmis", kus tee võib tähistada nii jooki kui ka sõidu- või kõnniteed. Grammatikavigadeks loendati kõikide sõnade õigekirjas esinevate vigade arv. Grammatikavigade alla ei loendatud kirjavahemärkide vigu. Kuna eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute üheski teemas ei esinenud kahemõttelisi fraase ega lauseid, jäi karakteristik 'Kahemõttelisused' edasisest analüüsist välja.

Et suurendada õppimist ning aidata õppijal aktiivselt infot töödelda, soovitatakse õppijale esitada küsimusi või püstitada probleeme õppematerjali sees (Caftori, 1994; Barab jt., 1999; Mikk, 2000: 250; Najjar, 2001). Alessi ja Trollip (2001: 94) leiavad, et küsimuste esitamine õppijale on üheks interaktsiooni vahendiks arvutipõhistes õppematerjalides. Küsimused hoiavad õppija tähelepanu õpitaval, pakuvad praktikat, soodustavad materjali sügavamalt omandamist, hindavad kui hästi õppija mäletab ja mõistab materjali.

Karakteristikud 'Küsimused õppetunni tekstis' ja 'Küsimuste esitamine' olid alternatiivskaalal olevad karakteristikud. Karakteristiku '**Küsimused õppetunni tekstis**' väärtuseks oli 1 juhul kui küsimusi kaasamõtlemiseks ning õpilase aktiivseks osalemiseks õppeprotsessis esitati ka elektroonilise õpiku konkreetse teema sees ning väärtuseks oli 0 juhul, kui teema esituses õpilasele

suunatud küsimusi polnud. Karakteristiku '**Küsimuste esitamine**' väärtuseks oli 1 juhul kui teema sees esitatud küsimustele pidi õpilane ka vastuse sisestama. Antud karakteristiku väärtuseks oli 0 juhul, kui küsimused esitati ainult kaasamõtlemiseks ning vastuse sisestamist ei nõutud ja karakteristikule jäi väärtus omistamata juhul, kui teemas õpilasele küsimusi ei esitatud. Kuna eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute üheski teemas ei esitatud õpilasele küsimusi, jäid mõlemad viimatikirjeldatud karakteristikud edasisest analüüsist välja.

2.5. Elektrooniliste õpikute enesekontrolli karakteristikud

Õpitarkvara peaks õppijal lubama rakendada, praktiseerida või proovida, mida ta on õppinud (Goyne jt., 2000). Patel ja tema kolleegid (1998) kirjutavad, et õppija vajab informatsiooni selle kohta, kui hästi on ta õpitava omandanud. Kõikide eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute korral said õpilased kasutada enesekontrolli hindamiseks, kas ning kuivõrd on nad õpitud teema omandanud. Kuna aga elektrooniliste õpikute puhul on pearõhk siiski informatsiooni esitamisel, võeti antud uurimuses küsimuste esitamist, vastamist ja tagasisidet kirjeldavad karakteristikud kokku enesekontrolli karakteristikute alla.

Küsimused enesekontrollis olid kas õpitud teema või laiema valdkonna (näiteks mitme teema) kohta. Alternatiivskaalal oleva karakteristiku '**Küsimused teema kohta**' väärtuseks omistatigi 1 juhul, kui kasutaja sai valida elektroonilise õpiku konkreetse teema kohta eraldi küsimused ning antud karakteristiku väärtuseks oli 0 juhul, kui vastavas enesekontrollis olid sees mitut teemat hõlmavad küsimused. Karakteristik '**Õppetunni kohta käivate küsimuste arv**' oli aga arvuline suurus. Selle karakteristiku väärtuseks omistati arv, mitu küsimust oli enesekontrollis elektroonilise õpiku konkreetse teema kohta.

Mõnede elektrooniliste õpikute korral oli ekraanipind jaotatud enesekontrolli puhul üksteisest raamiga eraldatud osadeks. Näiteks elektroonilise õpiku *Hulgad* puhul esitati ühes osas küsimus, teise osasse pidi õpilane sisestama vastuse ja kolmandas osas anti statistika enesekontrolli läbimise tulemuste kohta. Karakteristiku '**Ekraani jaotuste arv enesekontrollis**' väärtuseks omistatigi arv, mitmeks üksteisest eraldatud osaks oli ekraanipind enesekontrollis jaotatud. Juhul, kui ekraanil polnud eraldatud osi, oli vastava karakteristiku väärtuseks 1.

Astleitner ja Leutner (2000) väidavad, et õpilasel peaks olema võimalus valida ülesannete keerukust. See vähendab õpilastes hirmu. Ka Inkrott (2001) toob arvutipõhiste küsimuste eelisenä välja nende kohandamise õppija vajadustele ning võimekusele. Karakteristiku '**Küsimuste tasemete arv**' väärtuseks

omistati arv, mitme erineva tasemega (keerukusastmega) küsimusi sai õppija enesekontrollis valida.

Alternatiivskaalal oleva karakteristiku '**Küsimuste arvu valik**' väärtus 1 tähistas õpilasele antavat võimalust valida elektroonilise õpiku konkreetse teema enesekontrollis esitatavate küsimuste arvu. Vastav karakteristik sai väärtuseks 0 juhul, kui järgmise küsimuse esitamine või enesekontrolli lõppemine oli määratud õpitarkvara poolt.

Karakteristikud 'Kõikidele küsimustele peab vastama' ja 'Enesekontrolli katkestamine' olid samuti alternatiivskaalal. Karakteristikule '**Kõikidele küsimustele peab vastama**' omistati väärtus 1 juhul, kui järgmist küsimust ei esitatud enne kui õpilane polnud eelmisele küsimusele vastanud – küsimuse vastamata jätmise korral uut küsimust ta ei saanud. Antud karakteristiku väärtuseks oli 0, kui õpilane võis jätkata enesekontrolli ka juhul, kui mõnele küsimusele jäi vastamata. Karakteristiku '**Enesekontrolli katkestamine**' väärtus oli 1 juhul, kui õpilasel oli võimalik enesekontroll katkestada ning selle väärtuseks oli 0 juhul, kui enesekontrolli katkestada ei saanud. Kuna kõikide eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade korral oli võimalik enesekontroll õpilasel katkestada, jäi viimatikirjeldatud karakteristik edasisest analüüsist välja.

Alessi ja Trollip (2001: 95–100) ning Mikk (2002: 15–36) toovad välja küsimuste liigid:

- 1) Valikvastustega küsimustele
on lisatud vastusevariandid, mille seast peab vastaja valima õige(d) variandi(d). Neid on nimetatud ka äratundmisküsimusteks (*recognition questions*), sest õppija peab ära tundma õige vastuse (Alessi & Trollip, 2001: 95). Valikvastustega ülesannete alaliigiks on alternatiiv ehk ei/jaa küsimused.
- 2) Vabavastuselised küsimused,
kus vastaja peab ise vastuse koostama.
- 3) Lünktekst
on tekst, milles on mõned sõnad või arvud asendatud lünkadega ja vastaja peab selle lünga täitma.
- 4) Kõrvutamisülesanded ehk sobitamisküsimused ehk vastavusse seadmise küsimused,
kus vastajale esitatakse kaks tulpa objekte, mille vahel ta peab teatud reegli järgi vastavuse leidma.
- 5) Ümberpaigutusülesanded,
milles tuleb objektid teatud reegli alusel panna õigesse järjekorda.
- 6) Sooritusülesanded,
milles vastaja peab rakendama oskusi ja teadmisi praktiliste probleemide lahendamiseks.

Rattanapian ja Gibbs (1995) ning McDonald (2002) väidavad, et kuigi vabavastuselised küsimused on paremad, sest need aitavad õppija arusaama paremini määrata, siis arvutipõhiselt on nende kontrollimist keerulisem teostada kui

valikvastusega küsimuste puhul. Ka Patel ja tema kolleegid (1998) kirjutavad, et arvutipõhiste enesekontrollide ning testide korral kasutatakse kõige sagedamini valikvastustega küsimusi, mida on lihtne kontrollida.

Antud uurimuses enesekontrollis kasutatavate küsimuste liike iseloomustavad karakteristikud **‘Valikvastustega küsimused’**, **‘Tõene/väär küsimused’**, **‘Sobitamisküsimused’**, **‘Vabavastuselised küsimused’** ja **‘Lünktekst’** olid protsentarvulised suurused. Nende karakteristikute väärtuste leidmiseks liigitati esmalt elektroonilise õpiku konkreetse teema kohta käivad küsimused ning loendati, mitu vastavaliigilist küsimust on antud teema kohta. Seejärel arvutati, mitu protsenti moodustavad elektroonilise õpiku konkreetse teema kohta esitatud erinevat liiki küsimused teema kohta käivate küsimuste üldarvust. Saadud protsentarvud (valikvastustega küsimuste protsent, tõene/väär küsimuste protsent, sobitamisküsimuste protsent, vabavastuseliste küsimuste protsent ja lünktekstide protsent) omistati vastavate karakteristikute väärtusteks. Juhul, kui teatud liiki küsimusi teema kohta ei esitatud, oli vastava karakteristikute väärtuseks 0. Lünkteksti kasutati vaid kahe eksperimendis kasutatud teema enesekontrollis. Seepärast jäi karakteristik **‘Lünktekst’** edasisest analüüsist välja.

Mikk (2002: 16) väidab, et küsimused peavad olema teisiti sõnastatud kui õppematerjalis antud informatsioon. Alternatiivskaalal olevale karakteristikule **‘Küsimuste sõnastus’** omistati väärtus 1 juhul, kui elektroonilise õpiku konkreetse teema enesekontrolli küsimused esitati teiste sõnadega kui teemas. Vastava karakteristikute väärtus oli 0 juhul, kui vähemalt üks konkreetse teema kohta käiv küsimus kopeeris teemas info esitamise sõnastust. Kuna eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute kõikide teemade enesekontrollides esitati küsimused teises sõnastuses kui algselt teemas, jäi vastav karakteristik edasisest analüüsist välja.

Alessi ja Trollip (2001: 103–104) soovivad kasutada küsimustes ka graafikat. Seejuures kirjeldavad autorid kaht erinevat viisi graafika kasutamiseks küsimuste esitamisel: graafika kui küsimuse kontekst või graafika kui vihje või näpunäide. Graafika kui küsimuste kontekst tähendab, et graafikat kasutatakse küsimuse esitamisel kui küsimuse osa ja korrektne vastus sõltub ka graafika mõistmisest. Graafika kui vihje või näpunäide tähendab aga, et graafikat kasutatakse küsimuse juures kui näpunäidet. Näiteks esitades küsimuse mingi looma kohta, lisatakse selle looma pilt, et õpilane saaks vihje, millise loomaga on tegemist. Karakteristikud **‘Küsimustes graafika kui küsimuste kontekst’** ja **‘Küsimustes graafika kui vihje’** olid protsentarvulised suurused ja nende väärtused tähistasid, kui suure protsendi teema kohta esitatud küsimuste korral oli kasutatud graafikat vastavalt kas küsimuse konteksti või vihjena. Kuna eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade enesekontrollides graafikat vihjena ei kasutatud, jäi karakteristik **‘Küsimustes graafika kui vihje’** edasisest analüüsist välja.

Alessi ja Trollip (2001: 105) väidavad ka, et küsimused peavad olema esitatud olulise info kohta. Antud uurimuses analüüsiti enesekontrollis konk-

reetse teema kohta esitatavate küsimuste olulisust. Karakteristiku '**Küsimuste olulisus**' väärtuseks olid hinnangud vahemikus -2 kuni 2, kus väärtus -2 tähistas hinnangut 'ükski küsimus pole olulise materjali kohta', väärtus -1 hinnangut 'enamik küsimusi pole olulise materjali kohta', väärtus 0 hinnangut 'olulise ja ebaolulise materjali kohta käivaid küsimusi on enam-vähem pooleks', väärtus 1 hinnangut 'enamik küsimusi on olulise materjali kohta' ja väärtus 2 hinnangut 'kõik küsimused on olulise materjali kohta'. Ka antud karakteristiku väärtusi aitasid leida vastavate ainete õpetajad.

Õpitarkvara poolt esitatavatele küsimustele saab vastata kas klaviatuuri või hiirt kasutades. Alessi ja Trollip (2001: 105) soovivad klaviatuuri kasutamist lühivastuste ning lünktesti puhul. Hiirega vastamist loevad need autorid aga vähem veaohlikuks ning otstarbekamaks valikvastustega küsimuste ja kõrvutamisülesannete puhul. Seejuures peaks vastamiseks vajalik füüsiline tegevus olema nii minimaalne kui võimalik.

Alternatiivskaalal olevate karakteristikute '**Vastamine klaviatuuriga**', '**Vastamine hiirega**' ja '**Vastamiseks hiirega ekraanil objektide vedamine**' väärtusteks omistati 1 elektroonilise õpiku konkreetse teema enesekontrolli kohta käivate vastavate väidete tõesuse korral ning 0 vastavate väidete mittekehtimise korral. Juhul, kui enesekontrollis pidi õpilane mõne küsimuse korral kasutama vastamiseks hiirt, mõne küsimuse korral klaviatuuri ning mõnede küsimuste puhul oli vaja ekraanil objekte hiire abil liigutada, siis omistati kõigi kolme karakteristiku väärtuseks 1.

Alessi ja Trollip (2001: 107) kirjutavad vastamise ökonoomsusest väites, et vastamiseks vajalik trükkimise või teiste füüsiliste tegevuste hulk peaks olema nii minimaalne kui vähegi võimalik. Seetõttu on valikvastustega küsimused, kus hiirega klikkides saab osutada valitud vastusevariandile, vastamise osas kõige ökonoomsemad. Karakteristiku '**Vastamise ökonoomsus**' väärtuseks antud uurimuses oligi klaviatuurilt vajaminevate klahvivajutuste või hiire klahvivajutuste arv, mis oli keskmiselt vajalik teha ühele küsimusele vastamiseks. Selle karakteristiku väärtuse leidmiseks toimiti järgnevalt: esmalt leiti elektroonilise õpiku konkreetse teema enesekontrollis olevate kõikide küsimuste ökonoomsus. See tähendab, et iga vastavat teemat käsitleva küsimuse korral loendati, mitu klahvivajutust (kas klaviatuurilt või hiirega) oli vaja teha korrektse vastuse sisestamiseks. Näiteks kui vastamiseks oli vaja vastus sisestada klaviatuurilt trükkides ning lõpuks *Enter* klahvi vajutades ja korrektseks vastuseks oli sõna "maagaas", siis sellise vastuse ökonoomsust väljendav arv oli 8. Kui aga vastuse sisestamiseks oli vaja klikkida hiirega valitud vastusevariandil, siis selle vastuse ökonoomsuse arv oli 1. Sellisel viisil omistati igale teema kohta esitatud küsimusele üks arv – sellele küsimusele vastamise ökonoomsus. Karakteristiku '**Vastamise ökonoomsus**' väärtuseks arvutati aga kõikide konkreetse teema kohta esitatud küsimuste vastamise ökonoomsuse aritmeetiline keskmine. Antud karakteristikule omistati väärtus 0 juhul, kui elektroonilise õpiku enesekontrollis õpilane vastuseid sisestama ei pidanud (pidi küsimustele suuliselt vastama).

Karakteristikud 'Juhend vastamiseks', 'Vastamise näide või demonstratsioon' ja 'Vastamise praktiseerimine' võisid omada väärtusi 0 või 1. Karakteristiku '**Juhend vastamiseks**' väärtuse 1 korral pakuti õppijatele juhendit, kuidas konkreetse teema enesekontrollis vastata (millel klikkida hiirega, kuhu kirjutada vastused, kas sisestatavad vastused peavad olema väiketähtedes jne). Vastava juhendi puudumisel omistati karakteristiku väärtuseks 0. Karakteristiku '**Vastamise näide või demonstratsioon**' puhul tähendas väärtus 1 võimalust jälgida animatsiooni või video abil, kuidas vastata konkreetsetes enesekontrollis ning väärtus 0 tähendas jällegi sellise võimaluse puudumist. Karakteristiku '**Vastamise praktika**' väärtuseks oli 1 juhul, kui kasutajatele pakuti võimalust harjutada arvuti abil vastamist enne kui neile esitati elektroonilise õpiku konkreetset teemat puudutavad küsimused ning väärtus 0 omistati sellele karakteristikule juhul, kui sellist võimalust kasutajatele ei pakutud. Kuna eksperimentis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade enesekontrollides ei pakutud õppijatele ei vastamise näidet, demonstratsiooni ega ka võimalust harjutada vastamist, jäid karakteristikud 'Vastamise näide või demonstratsioon' ja 'Vastamise praktika' edasisest analüüsist välja.

Arvutipõhiste küsimustele vastamise juures võib ette anda ka ajapiirangu – kui õpilane etteantud aja jooksul ei vasta, liigutakse edasi järgmise küsimuse juurde. Persicitte (1995) soovib ajapiiranguid kasutada ettevaatlikult ning õppijatele sobivalt. Alternatiivskaalal oleva karakteristiku '**Vastamisaeg piiratud**' väärtuseks oli 1 juhul, kui vastamisaeg oli enesekontrollis piiratud ning 0 juhul, kui vastamiseks ajapiirangut polnud. Kuna üheski eksperimentis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade enesekontrollis polnud ajapiirangut, jäi vastav karakteristik edasisest analüüsist välja.

Alessi ja Trollip (2001: 107) soovivad õpitarkvaras esitatavatele küsimustele lisada selgitusi vastuse sisestamiseks. Näiteks kirjutada küsimuse puhul "trüki siia oma vastus" või "kliki kõige sobivamal vastusevariandil". Vastuse sisestamise asukoht või hiirega osutatavad vastusevariandid peavad olema õppijale selgelt nähtavad. Karakteristiku '**Selgitus vastuse sisestamiseks**' väärtuseks omistati arv, mitme küsimuse korral vastava teema enesekontrollis pakuti koos küsimusega ka selgitusi vastuse sisestamiseks. Juhul, kui elektroonilise õpiku enesekontrollis õpilane vastuseid sisestama ei pidanud (pidi küsimustele suuliselt vastama), jäeti antud karakteristikule väärtus omistamata. Kuna üheski enesekontrollis küsimuse esitamise juures vastuse sisestamiseks selgitusi ei jagatud, jäi karakteristik 'Selgitus vastuse sisestamiseks' edasisest analüüsist välja.

Alessi ja Trollip (2001: 113) väidavad ka, et kui õpilane pikka aega ei vasta esitatud küsimusele, siis programm võiks pakkuda kasutajale abi või vihjet. Karakteristik '**Abi vastamise juures**' võis omada väärtusi 0 või 1. Väärtus 1 omistati antud karakteristikule juhul, kui olukorras kus õpilane pikka aega ei vasta, pakutakse talle abi või vihjet. Karakteristiku väärtus 0 tähendas, et sellist abi või vihjet ei pakutud. Karakteristiku väärtuse puudumine tähendas aga, et elektroonilise õpiku enesekontrollis õpilane vastuseid sisestama ei pidanud (pidi

küsimustele suuliselt vastama). Üheski eksperimendis kasutatud elektroonilise õpiku enesekontrollis ei pakutud vastajale abi ega vihjet, kui õpilane vastust sisestada ei osanud. Seepärast jäi ka karakteristik 'Abi vastamise juures' edasisest analüüsist välja.

Karakteristiku '**Tagasiside kompleksus**' väärtusteks võisid olla arvud vahemikus 0–4. Need arvud omistati antud karakteristikule vastavalt Roper'i (1977; ref. Gordijn & Nijhof, 2000) poolt kasutatud kategooriatele, kus väärtusele 0 vastab tagasiside puudumine, väärtusele 1 ainult vastuse korrektsuse (õige või vale) teatamine, väärtusele 2 vastuse õigsuse ja vale vastuse korral õige tulemuse teatamine, väärtusele 3 vastuse õigsuse ja vale vastuse korral õige tulemuse ning selgituse pakkumine ning väärtusele 4 vastuse korrektsuse teatamine ja vale vastuse korral interaktiivse õpetamise pakkumine.

Alessi ja Trollip (2001: 115) toovad välja erinevaid tagasisidega seotud mõisteid. Autorite arvates on oluline positiivne tagasiside, mis tähendab, et tagasiside ei tohi sisaldada negatiivseid väljendeid ega irooniat, vastaja arvel naljatamist. Tagasiside peab olema ka korrektiivne – peab andma informatsiooni, et kasutaja saaks järgmine kord oma tegevust parandada. Persichitte (1995) kirjutab samuti, et õpitarkvara poolt pakutav tagasiside peaks olema nii positiivne kui ka korrektiivne.

Antud eksperimendis analüüsitud karakteristikud '**Positiivne tagasiside**' ja '**Korrektiivne tagasiside**' olid protsentarvulised suurused. Nende väärtused näitasid, mitme protsendi enesekontrollis konkreetse teema kohta esitatud küsimuste puhul antakse õpilasele vastavalt kas positiivne või korrektiivne tagasiside. Positiivseks tagasisideks loeti tagasiside, mis andis õpilasele teada, kas tema poolt sisestatud vastus on õige või vale ja ei sisaldanud negatiivseid väljendeid. Korrektiivseks tagasisideks loeti tagasiside, mis andis kasutajale infot oma vastuse korrigeerimiseks (kas järgmine kord enesekontrolli läbides ja siis sama küsimust saades või samale küsimusele koheselt uuesti vastates). Informatsiooniks, mis andis kasutajale infot oma vastuse korrigeerimiseks loeti: õige vastuse teatamist, korrektse vastuse leidmiseks vihje andmist (näiteks teatati, millise reegli abil vastust leida) või selgitust, miks valitud vastus vale oli. Positiivseks ega korrektiivseks tagasisideks ei arvestatud sellist tagasisidet, mis konkreetse küsimuse vastuse kohta informatsiooni ei andnud, vaid ainult loendas õigeid ning valesid vastuseid. Sellisel juhul vastaja ei pruukinudki märgata, kas konkreetne vastus loeti õigete või valede hulka, ta nägi vaid kokkuvõtvat statistikat.

Koolis kasutatakse kõige sagedasema õpilaste ergutamise viisina kiitust (Krull, 2000: 517). Ka karakteristik '**Kiitus**' oli protsentarvuline suurus. Selle karakteristikku väärtuseks arvutati, mitu protsenti moodustab kiitusena väljendatav õige vastuse tagasiside konkreetse teema kohta esitatud küsimuste arvust. See tähendab, et leiti, mitmel protsendil juhtudest kiidetakse õpilast juhul, kui ta vastab teema kohta esitatud küsimustele õigesti. Kiituseks loeti õige vastuse tagasiside, mis kasutas kiitvaid väljendeid (näiteks tagasiside *Tubli!*). Vastavalt operantsele tingitusele on kiitus kui tasustus efektiivne juhul, kui see esineb

juhuslikult muutuva intervalliga (Krull, 2000: 196). Seepärast kasutati ka alternatiivskaalal olevat karakteristikut '**Kiituse juhuslikkus**', millele omistati väärtus 0 juhul, kui kiitev väljend anti tagasisideks iga õige vastuse korral ning 1 juhul, kui kiituse saamine õige vastuse korral oli juhuslik. Juhul, kui elektroonilise õpiku enesekontrolli tagasisidena kiitust ei pakutud, jäeti karakteristikule '**Kiituse juhuslikkus**' väärtus omistamata. Kuna üheski eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute enesekontrollis ei kasutatud kiituse korral juhuslikkust, jäi vastav karakteristik edasisest analüüsist välja.

Behrman (1984) väidab, et personaalne tagasiside – "Hästi tehtud, John!" on kasulikum kui mittepersonaalne teade "õige". Karakteristik '**Personaalne tagasiside**' oli protsentarvuline suurus ja see näitas, mitmel protsendil konkreetse teema kohta esitatud küsimuste korral enesekontrollis pakuti õpilastele personaalset tagasisidet. Personaalseks tagasisideks loeti tagasiside, mis sisaldas konkreetse õpilase nime. Kuna aga üheski eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute enesekontrollis ei kasutatud personaalset tagasisidet, jäi vastav karakteristik edasisest analüüsist välja.

Ajaliselt võib õpitarckvara pakkuda kas kohest (antakse kohele pärast vastuse sisestamist) või viivitusega tagasisidet (antakse kas pärast osadele või kõikidele küsimustele vastamist). Alessi ja Trollip (2001: 115) väidavad, et tagasiside ajastamine sõltub sellest, mida õpetatakse ja kuidas õpetatakse. Nad soovivad anda viivitusega tagasisidet verbaalse info, teadmiste ja printsiipide korral, kohest tagasisidet aga protseduuriliste teadmiste puhul. Boyle (1997: 39) soovib kohese ja viivitusega tagasiside valikul lähtuda asjaolust, et see oleks võimalikult sarnane reaalsele olukorrale. Näiteks kui on tegemist protseduurilise ülesandega, kus õppija peab demonstreerima mingi aparadi kokkupanekut, siis tagasiside anda hetkel, kui see toimiks reaalses elus – kui ta kontrollib, kas aparaat töötab. Kui on aga tegemist lihtsate küsimustega, siis pakkuda kohest tagasisidet nagu toimub klassiruumis vastamisel. Goyne ja tema kolleegid (2000) väidavad, et tagasisidet tuleks anda neis kohtades, kus õppija seda ootab. Mitmed autorid (Laurentiis, 1993; Caftori, 1994; Higgins, 2000; Fabrice & Olivier, 2002) loevad aga õpitarckvara juures oluliseks just kohest tagasisidet.

Karakteristik '**Tagasiside ajastus**' võis omada väärtusi 0 või 1. Antud karakteristikule väärtus 0 tähendas, et konkreetse teema enesekontrollis kasutati viivitusega tagasisidet ja karakteristikule väärtus 1 tähendas, et vastava teema enesekontrollis kasutati kohest tagasisidet. Koheseks tagasisideks loeti selline tagasiside, mis anti kohele pärast vastuse sisestamist ning viivitusega tagasisideks tagasisidet, mis anti pärast kõikidele enesekontrolli küsimustele vastamist. Antud karakteristikule jäeti väärtus omistamata juhul, kui elektroonilise õpiku enesekontrollis õpitarckvara õpilase vastustele tagasisidet ei pakkunud. Kuna üheski eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute enesekontrollis ei kasutatud viivitusega tagasisidet, jäi ka see karakteristik edasisest analüüsist välja.

Lisaks eeltoodud tagasiside karakteristikutele kirjutavad Alessi ja Trollip (2001: 116–117) tagasiside liikidest: tekstiline, graafiline, heliline tagasiside.

Samuti võib tagasisidet anda video abil. Boyle (1997: 95) soovib pakkuda just kohest visuaalset tagasisidet vastavalt õppija tegevusele.

Antud uurimuses iseloomustasid tagasiside liike järgmised karakteristikud: 'Tagasiside tekstiga', 'Tagasiside graafikaga', 'Tagasiside heliga' ja 'Tagasiside liikide arv'. Karakteristikud '**Tagasiside tekstiga**', '**Tagasiside graafikaga**' ja '**Tagasiside heliga**' olid alternatiivskaalal. Nendele karakteristikutele omistati väärtus 1 juhul, kui konkreetse teema enesekontrollis esitati tagasiside kasutades vastavat meedialiiki (teksti, graafikat või heli) ning 0 juhul, kui vastavat meedialiiki tagasisideks ei kasutatud. Ühe teema korral võis tagasisidet anda ka kasutades mitut meedialiiki (näiteks nii teksti, kui ka graafikat). Karakteristik '**Tagasiside liikide arv**' kirjeldaski, mitme erineva meedialiigiga pakuti õpilasele tagasisidet. Selleks summeeriti kolme karakteristikuga ('Tagasiside tekstiga', 'Tagasiside graafikaga' ja 'Tagasiside heliga') väärtused iga konkreetse teema enesekontrolli korral. Juhul, kui elektroonilise õpiku enesekontrollis õpitarkvara õpilase vastusele tagasisidet ei pakkunud, jäeti antud karakteristikutele väärtus omistamata. Kuna kõikide eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemade enesekontrollides pakuti vaid tekstiga esitatavat tagasisidet, jäid kõik neli viimatiloetletud karakteristikut edasisest analüüsist välja.

Mitmed autorid (Silver, 1992; Alessi & Trollip, 2001: 115; Weiss jt., 2002) väidavad, et disainides vale vastuse tagasiside õige vastuse omast atraktiivsemana eelistavad õpilased sellise drillprogrammiga tahtlikke vigu teha. Alternatiivskaalal oleva karakteristikuga '**Vale vastuse tagasiside huvitavam kui õige vastuse korral**' väärtuseks omistati 1 juhul, kui konkreetse teema enesekontrollis vale vastuse tagasiside osutus atraktiivsemaks korrektse vastuse puhul pakutavast tagasisidest ning selle karakteristikuga väärtus oli 0 juhul, kui vale vastuse tagasiside polnud atraktiivsem kui õige vastuse puhul pakutav. Antud karakteristikule jäi väärtus omistamata juhul, kui õpitarkvara tagasisidet üldse ei pakkunud. Kuna üheski eksperimendis kasutatud ning analüüsitud enesekontrollis polnud vale vastuse tagasiside huvitavam kui õige vastuse tagasiside, jäi vastav karakteristik edasisest analüüsist välja.

Alessi ja Trollip (2001: 112) soovivad vastuste korrektsuse määramisel kaaluda, kas vastuses tuleks eristada suur- ja väiketähti, kas vastuses peab olema korrektselt kasutatud kirjavahemärke ja kas sõnade järjekord mõjutab vastuse korrektsust. Karakteristiku '**Suur- ja väiketähtede eristamine**' väärtuseks omistatigi selliste teema kohta esitatud küsimuste arv, mille korral nõuti vastuses suur- ja väiketähtede korrektset või õpitarkvara nõuetele vastavat kasutamist. Näiteks kas loeti valeks vastuseks perekonnanimi, mis on küll korrektne, kuid algab väiketähega või kas loeti valeks vastuseks suurtähtedes kirjutatud vastus juhul, kui suurtähti ei nõutud. Karakteristiku '**Kirjavahemärgid vastustes**' väärtuseks omistati selliste teema kohta esitatud küsimuste arv, mille korral nõuti vastuses kirjavahemärkide korrektset kasutamist. Näiteks kui sisuliselt korrektses vastuses puudus vajalik koma, loeti vastus valeks. Karakteristiku '**Sõnade järjekord vastustes**' väärtuseks omistati selliste teema kohta esitatud küsimuste arv, mille korral nõuti korrektses vastuses konkreetset

sõnade järjekorda. Näiteks kui loeti korrektseks vastuseks 'Vihma sajab', kuid vastus 'Sajab vihma' loeti valeks. Antud karakteristikutele jäid väärtused omistamata juhul, kui õpitarkvara õpilase vastuse õigsust ei kontrollinud. Suur- ja väiketähti ei eristatud üheski eksperimendis kasutatud elektroonilise õpiku enesekontrollis. Samuti ei mõjutanud puuduvad või üleliigsed kirjavahemärgid analüüsitud enesekontrollides vastuste korrektsust ja sõnade järjekord mõjutas vastuse korrektsust vaid kahe eksperimendis kasutatud teema enesekontrollis. Seetõttu jäid karakteristikud 'Suur- ja väiketähtede eristamine', 'Kirjavahe- märgid vastustes' ja 'Sõnade järjekord vastustes' edasisest analüüsist välja.

Erilist tähelepanu nõuavad eristusvead (Alessi & Trollip, 2001: 198) ning formaadivead (Alessi & Trollip, 2001: 114). Eristusvigadeks nimetavad autorid valesid vastuseid, mis võivad olla õiged mõne teise küsimuse korral. Näiteks kui ühes drillülesannete komplektis on sõnad 'ema' ja 'isa' ning õpilane kirjutab sõnale 'ema' inglise keelse vastena 'father'. Eristusvead ajavad õppijaid segadusse, kuna mõnedel juhtudel (teise küsimuse korral) saavad need positiivse tagasiside. Eristusvigade korral ei saa teatada vaid, et vastus on vale ja anda õige vastus, vaid tuleb ka rõhutada, et see vastus on õige ühe teise küsimuse korral. Alternatiivskaalal oleva karakteristiku '**Eristusvead saavad erineva tagasiside**' väärtuseks oli 1 juhul, kui eristusvigade (vastavalt Alessi ja Trollipi definitsioonile) korral teatati lisainfona, et antud vastus on korrektne ühe teise küsimuse korral ning väärtuseks oli 0 juhul, kui sellist lisateadet ei antud. Juhul, kui elektroonilise õpiku vastava teema korral tagasisidet ei pakutud, jäi antud karakteristikule väärtus omistamata. Kuna üheski eksperimendis kasutatud elektroonilises õpikus ei pakutud eristusvea korral lisainfot, jäeti antud karakteristik edasisest analüüsist välja.

Formaadiveaks loevad Alessi ja Trollip (2001: 114) viga, kus vastus sisestatakse vales formaadis. Näiteks, kui on vaja sisestada vastus arvuliselt, aga õppija sisestab selle sõnaliselt või kui vastuse variandina sisestatakse variant, mida pole antud. Autorid soovivad, et formaadi veaga vastust ei tohiks lugeda valeks vastuseks, vaid õppijat peab teavitama vastuse õigest formaadist ja talle peab andma uue vastamisvõimaluse. Alternatiivskaalal oleva karakteristiku '**Jäetakse arvestamata formaadiviga**' väärtuseks omistati 1 juhul, kui formaadiveaga vastust ei loetud valeks vastuseks, vaid anti vastamiseks uus võimalus või kui formaadiveaga vastust üldse sisestada ei saanud. Antud karakteristiku väärtuseks oli 0 juhul, kui formaadiveaga vastus loeti valeks vastuseks ning karakteristikule jäeti väärtus andmata juhul, kui tagasisidet ei pakutud. Ka see karakteristik jäi edasisest analüüsist välja, sest kõikide analüüsitud enesekontrollide puhul jäeti formaadiviga arvestamata.

Kui vastus on vale, siis võib õppijale anda uue võimaluse küsimusele vastamiseks. Erinevates õpitarkvarades antakse õppijale vastamiseks üks või mitu võimalust või nõutakse koguni, et õppija jõuaks õige vastuseni. Alessi ja Trollip (2001: 119) väidavad, et kui tegemist pole testiga, siis peaks õppijale andma mitu võimalust vastamiseks. Kuid nõuda õppijalt õige vastuseni jõudmist ei pruugi olla efektiivne, sest see võib õppijat frustrerida. Karakteristiku '**Uus**

võimalus vastamiseks’ väärtusteks võisid olla arvud 0 või 1 ning karakteristikule jäi väärtus omistamata juhul, kui õpilaselt vastuse sisestamist enesekontrollis ei nõutud. Antud karakteristikule omistati väärtus 1 juhul, kui õpilane sai vale vastuse korral uue vastamisvõimaluse ja väärtus 0 omistati juhul, kui õpilasele vale vastuse korral koheselt uut vastamisvõimalust ei antud.

Õppija abistamiseks on efektiivne pakkuda vale vastuse korral vihjet ning alles ühele küsimusele antud teatud arvu valede vastuste järel anda õige vastus (Alessi & Trollip, 2001: 132). Vihjeks võib pakkuda õppijale ümbersõnastatud küsimust, tuua välja küsimuse võtmesõnad, näidata lahendust sarnasele probleemile, anda õppijale õige vastuse osa või anda õppijale informatsiooni, mis aitab luua õige vastuse (Alessi & Trollip, 2001: 116). Alternatiivskaalal oleva karakteristiku **‘Juhend või vihje’** väärtuseks oli 1 juhul, kui õppijale pakuti vale vastuse korral vihjet või juhendit õige vastuse leidmiseks, 0 juhul kui vale vastuse korral mingit vihjet ega juhendit ei pakutud ning karakteristikule ei omistatud väärtust juhul, kui õpitarkvara õpilase vastust ei kontrollinud. Karakteristiku **‘Järelaitamine’** väärtuseks omistati 1 juhul, kui õppijale pakuti vale vastuse korral lõiku elektroonilise õpiku teemast, mille abil ta jõudis õige vastuseni (eelpool viimasena kirjeldatud võimalus pakkuda vihjet). Karakteristiku väärtuseks omistati 0 juhul, kui õppijale pakuti mõnda teist liiki vihjet ning karakteristikule väärtust ei omistatud, kui vale vastuse korral vihjet ei pakutud. Kuna eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute enesekontrollides õppijatele valede vastuste korral vihjeid ei pakutud, jäid kaks viimatikirjeldatud karakteristikut edasisest analüüsist välja.

Persichette (1995) ning Fabrice ja Olivier (2002) loevad oluliseks summaarse tagasiside andmist, et hinnata õppimist. Summaarseks tagasisideks võib anda õigete vastuste protsendi (Van Dusen & Worthen, 1995; Alessi & Trollip, 2001: 132) ja/või kui palju aega kulus vastamiseks (Van Dusen & Worthen, 1995). Alternatiivskaalal olevad karakteristikud **‘Teatatakse õigete vastuste protsent’** ja **‘Teatatakse vastamiskiirus’** iseloomustasidki summaarse tagasiside pakkumist. Juhul kui summaarseks tagasisideks teatati konkreetse teema enesekontrollis õigete vastuste protsent, omistati karakteristikule **‘Teatatakse õigete vastuste protsent’** väärtuseks 1. Vastasel juhul oli antud karakteristikule väärtuseks 0 ning karakteristikule jäi väärtus omistamata juhul, kui tagasisidet üldse ei pakutud. Karakteristiku **‘Teatatakse vastamiskiirus’** väärtuseks omistati 1 juhul, kui summaarse tagasisidena teatati aeg, kaua võttis aega enesekontrolli läbimine või aeg, kaua keskmiselt kulus aega ühele küsimusele vastamiseks. Antud karakteristikule väärtuseks oli 0 juhul, kui summaarne tagasiside ei pakunud informatsiooni vastamise kiiruse kohta ning karakteristikule jäi väärtus omistamata juhul, kui enesekontrollis tagasisidet ei pakutud.

§3. DRILLPROGRAMMIDE KARAKTERISTIKUD

Samal ajal drillprogrammide kooliekspriimendiga analüüsi kasutatavaid drillprogramme erinevatest aspektidest. Analüüsitavad karakteristikud valiti varasematest uurimustest (Wang & Sleeman, 1993a; Rattanapian & Gibbs, 1995; Van Dusen & Worthen, 1995; McCoy, 1996; Trotter, 1998; Crozier, 1999; Oh, 1999; Higgins, 2000; Van Scoter, jt., 2001) ja õpitarkvara koostamise käsi-raamatutest (Boyle, 1997; Phillips, 1997; Alessi & Trollip, 2001).

Ühtekokku hinnati 203 drillprogrammide karakteristikut, lisaks 2 karakteristikut, mis iseloomustasid matemaatika ülesandeid ja 9 karakteristikut iseloomustamaks õpitavat inglise keele sõnavara. Kuna mõnede drillprogrammide karakteristikute väärtused olid kõikide teemade korral võrdsed või esinesid vaid mõnede üksikute drillprogrammide teemade korral, jäi lõppanalüüsi 145 drillprogrammi karakteristikut. Neist 42 iseloomustasid drillprogrammi käsitsemist (menüüd, nupud, ikoonid jms), 11 drillprogrammi poolt pakutavaid võimalusi (mängulisus, võistlus, tegelaskuju jt.), 30 info esitamist, 21 küsimuste esitamist (küsimuste liik, küsimuste arv, käibelt kõrvaldamise kriteerium jt.), 8 vastamist (vastuse sisestamise vahend, vastamise ökonoomsus, vastamisaeg jt.) ja 33 õppijale pakutavat tagasisidet (millega antakse tagasiside, mis liiki tagasisidet, kas on auhind eduka täitmise eest jt.). Analüüsitud karakteristikute nimekiri on toodud Lisas 2.

Ekspert hinnanguid kasutati selles uurimuses 6 tunnuse puhul. Ekspertideks valiti 5 inimest (3 meest ja 2 naist). Ekspertideks olid arvutiõpetaja, programmeerija, kaks 3. klassi õpilast (üks poiss ja üks tüdruk) ja algklassiõpetaja. Ekspertid hindasid 5 tunnust (tiitellehe atraktiivsus, mängulisus, teostuse huvitavus, arvuti võimaluste ära kasutamine, drillprogrammi atraktiivsus) 5-pallisel skaalal. Ekspertid said hindamislehe, kus oli kirjas hindamiskaala ning neid instrueeriti enne hinnangute andmist. Ekspert hinnangute reliaablus (Cronbachi α) oli 0,72 ja ekspertidele jagatud hinnangulehe sisulist valiidsust kontrollisid kaks sõltumatut eksperti. Konkreetse karakteristiku väärtuseks arvatati ekspertide hinnangute mediaan.

Antud paragrahvis kirjeldatakse drillprogrammide eksperimendis kasutatud karakteristikuid ning nende võimalikke väärtusi vastavalt eelpool nimetatud karakteristikute liikidele. Analoogselt elektrooniliste õpikute karakteristikute liigitusele, on ka antud liigitus subjektiivne, sest mõned karakteristikud võivad kuuluda mitme liigi alla. Paksus trükikirjas on toodud uurimuses analüüsitud drillprogrammide karakteristikud. Elektrooniliste õpikute karakteristikutega kokkulangevate karakteristikute (sama analüüsi meetodika ja samad võimalikud väärtused) korral ei hakata neid siinkohal uuesti kirjeldama, vaid antakse viide eelmisele paragrahvile.

3.1. Drillprogrammide poolt pakutavaid võimalusi esitavad karakteristikud

Eestis kasutatakse küllalt palju õpiprogramme, mis on tõlgitud mõnest võõrkeelest või installeeritud võõrkeelsena. Internetis leidub Eesti algklasside jaoks sobilikku õpitarkvara just matemaatika ning inglise keele õppimiseks-õpetamiseks. Drillprogrammide eksperimendis kasutati nii eestikeelseid kui ka inglise keelseid õpiprogramme. Seepärast oli drillprogrammide korral kasutusel karakteristik **'Keel'**, mis võis omada väärtusi 0 või 1. Väärtusele 0 vastas inglise keelne drillprogramm ning väärtusele 1 eestikeelne drillprogramm.

Ekspertid hindasid 5-pallisel skaalal karakteristikut **'Drillprogrammi atraktiivsus'**. Selle karakteristikute väärtusele –2 vastas hinnang 'drillprogramm pole üldse atraktiivne', väärtusele –1 hinnang 'drillprogramm pole kuigi atraktiivne', väärtusele 0 hinnang 'drillprogramm on keskmiselt atraktiivne', väärtusele 1 hinnang 'drillprogramm on üsna atraktiivne' ja väärtusele 2 hinnang 'drillprogramm on väga atraktiivne'. Ekspertideks olnud 3. klassi õpilastele selgitati eelnevalt sõna atraktiivsus tähendust. Karakteristiku väärtuseks arvutati eksperthinnangute mediaan.

Analoogiliselt elektrooniliste õpikute uurimusele, hindasid eksperdid ka karakteristikuid **'Teostuse huvitavus'**, **'Arvuti võimaluste ärakasutamine'** ja **'Mängulisus'**. Ekspertide hinnangute puhul kasutati sama skaalat, mis toodud elektrooniliste õpikute karakteristikute kirjeldamisel (vt. eelmise paragrahvi alapunkt 2.1). Kui elektrooniliste õpikute eksperimendi korrelatsioonanalüüsist jäi karakteristik 'Mängulisus' välja, siis drillprogrammide eksperimendis kasutati ka mängulisi õpiprogramme. Boyle (1997: 41) märgibki, et mängulises vormis õpiprogrammid on edukamad nooremate laste puhul.

Goyne ja tema kolleegid (2000) nendivad, et kuigi meelelahutus on õppimise oluline komponent, siis selleks, et motiveerida õpilast ning pakkuda talle meelelahutust, peab arvestama tema personaalsete huvidega. See on aga õpitarkvara disainijate jaoks raske ülesanne, kuna õppijad on erinevad (vanus, isikupära, akadeemiline tase, rass, sugu jne) ning seetõttu on erinevad ka nende personaalsed huvid. Kliman (1999) väidab, et lapsed on motiveeritud, kui nad näevad loos või mängus iseennast. Samuti huvitab neid, kui mängu tegelased ja nende tunded on sellised nagu neil endil.

Antud uurimuses analüüsiti nominaal- ehk nimetuste skaalal olevat karakteristikut **'Tegelaskuju'**. Selle võimalikeks väärtusteks olid 'mees', 'naine' ja 'muu'. Drillprogrammi tegelaskuju all mõisteti drillprogrammis kujutatud staatilist või animeeritud kujutist õppijast või õpetajast või vastuse kontrollijast. Väärtus 'mees' omistati antud karakteristikule juhul, kui drillprogrammi tegelaskujuks oli mees või poiss, väärtus naine omistati karakteristikule juhul, kui drillprogrammi tegelaseks oli naine või tüdruk ja väärtus 'muu' omistati antud karakteristikule teistel juhtudel (drillprogrammi tegelaskujuks oli krokodill, tulnukas vms).

Lisaks mängulisusele võib õpiprogramm pakkuda õpilase motiveerimiseks ka võistlust. Alessi ja Trollip (2001: 204) toovad välja 4 võistluse põhitüüpi:

- Võistlus teise õpilasega, kui kaks õpilast võistlevad mingis oskuses üheaegselt või salvestatakse kasutaja andmed ning iga kasutaja saab vaadata ning võrrelda enda tulemusi teistega (edetabel). Sellise võistluse probleemiks on, et see motiveerib küll edukaid õpilasi, kuid samas võib olla karistuseks või piinlikkust tekitavaks mitteedukatele. Seetõttu on Alessi ja Trollipi (2001: 204) hinnangul parem kasutada võistlust meeskondade, mitte aga üksikõpilaste vahel. Ka Astleitner ja Leutner (2000) toovad välja, et oma saavutuste võrdlemine teiste omadega võib tekitada kadedust. Seetõttu soovivad autorid anda õpiprogrammides võrdluse iseenda või mingite üldiste kriteeriumitega, mitte aga kaaslastega.
- Võistlus arvutiga, kui “võistluspartneriks” on arvuti. Võistlus arvutiga motiveerib kõiki kasutajaid, eriti kui õpiprogramm võimaldab määrata tasemed selliselt, et tugevamate õpilastega on õppeülesande tase kõrgem kui nõrgemate õpilaste puhul.
- Võistlus iseendaga, s.t. püüd parandada enda varasemaid saavutusi. Selline võistlus on rakendatav kõikide drillprogrammide puhul ja võimaldab motiveerida kõiki õpilasi. Siiski nendivad Alessi ja Trollip (2001: 204), et võistlus iseendaga on mõnevõrra vähem motiveeriv kui eelmised võistluse liigid.
- Võistlus ajaga on variatsioon eelmistest. Võistlus ajaga võib olla variatsioon võistlusest iseendaga, kui püütakse parandada enda varasemaid tulemusi harjutuste sooritamise kiiruses. Samuti võib aeg olla seatud kui kaasõppijate keskmine või parim aeg ning sel moel on tegemist variatsiooniga võistlusest teiste õpilastega.

Mitmed autorid (Hattie, 1990; Chanlin, 1999; Kliman, 1999; Goyne jt., 2000) aga väidavad, et võistlus ahvatleb eelkõige poisse. Tüdrukud seevastu eelistavad kooperatiivset õppimist (Hattie, 1990; Kliman, 1999; Goyne jt., 2000).

Antud uurimuses analüüsiti alternatiivskaalal olevaid karakteristikuid ‘**Võistlus kaaslasega**’, ‘**Võistlus arvutiga**’, ‘**Võistlus skooriga**’ ja ‘**Võistlus ajaga**’. Võistluseks kaaslasega ja võistluseks arvutiga loeti vastavalt Alessi ja Trollipi (2001: 204) toodud 2 esimest võistluse põhitüüpi. Skooriga võistluse all mõisteti antud uurimuses Alessi ja Trollipi poolt toodud võistlust iseendaga, kus püütakse parandada enda varasemat skoori. Võistluseks ajaga loeti aga antud uurimuses variatsiooni võistlusest iseendaga, kus püüti parandada enda varasemat tulemust harjutuse sooritamise kiiruses. Nendele karakteristikutele omistati väärtuseks 1 juhul, kui konkreetnes drillprogrammis kasutati vastavat võistluse tüüpi ning väärtus 0 juhul, kui sellist võistluse tüüpi ei kasutatud. Kuna võistlust

arvutiga ei pakkunud eksperimendis kasutatud drillprogrammidest üksi, jäi karakteristik 'Võistlus arvutiga' edasisest analüüsist välja.

Alternatiivskaalal olevat karakteristikut '**Kasutaja identifitseerimine**' kirjeldati samuti eelmise paragrahvi esimeses alapunktis. Alessi ja Trollip (2001: 208) soovivad salvestada drillprogrammist väljudes andmeid konkreetse õpilase soorituse kohta. Alternatiivskaalal olevale karakteristikule '**Õppija sooritustulemuse salvestamine**' omistati väärtus 1 juhul, kui drillprogramm salvestas õppijate sooritustulemused (skoori, harjutamiseks kulunud aja, valede vastuste tüübid vms) ning väärtus 0 omistati karakteristikule juhul, kui õppija sooritust puudutavaid andmeid ei salvestatud. Juhul, kui õppija andmed salvestatakse, on võimalik, et drillprogramm arvestab järgmistel kordadel konkreetse õpilase varasemat sooritust. Näiteks järgmisel korral drillprogrammi kasutades lülitatakse uude küsimusterühma ka need küsimused, mis jäid eelmisel korral omandamata (Alessi & Trollip, 2001: 202). Karakteristiku '**Õppija varasemate soorituste arvestamine**' väärtuseks oli 1 juhul, kui õpilase varasemat sooritust arvestati sama drillprogrammi uue küsimusterühma valikul. Antud karakteristikule väärtuseks oli 0 juhul, kui õpilase sooritust iseloomustavad andmed küll salvestati, kuid neid ei arvestatud sama drillprogrammi uuesti kasutades ning karakteristikule jäi väärtus omistamata juhul, kui õpilase sooritustulemusi ei salvestatud. Kuna eksperimendis kasutatud drillprogrammidest vaid ühes arvestati õpilase varasemat sooritust, jäi karakteristik 'Õppija varasemate soorituste arvestamine' edasisest analüüsist välja.

3.2. Drillprogrammide käsitsemise karakteristikud

Kuna enamik (43 karakteristikut 59st, s.o. 73%) drillprogrammide käsitsemise iseloomustavaid karakteristikuid leiti sama meetodikat kasutades ning ka nende võimalikud väärtused olid samad, mis elektrooniliste õpikute karakteristikute puhul, siis antud alapunktis käsitletakse vaid neid drillprogrammide käsitsemise karakteristikuid, mida elektrooniliste õpikute puhul ei kirjeldatud.

Elektrooniliste õpikutega samad karakteristikud (kirjeldatud eelmise paragrahvi alapunktis 2.2) drillprogrammides olid: '**Tiitellehelt jätkamine**', '**Tiitellehelt väljumisvõimalused**', '**Tiitellehel saab dünaamilistest esitusi katkestada**', '**Tiitellehel juhised jätkamiseks**', '**Juhtnöörid**', '**Juhtnöörid kogu aeg saadaval**', '**Juhtnööridesse minekuks vajalike operatsioonide (klahvivajutuste) arv**', '**Juhtnöörid liigendatud**', '**Demonstratsiooni pakkumine**', '**Praktilise harjutamise pakkumine**', '**Kasutaja andmete salvestamine**', '**Kasutaja andmete parandamisvõimalus**', '**Juhtimismeetodeid kokku**', '**Juhtimismeetodite liikide arv**', '**Menüüde arv**', '**Täisekraan-menüüde arv**', '**Rippmenüüde arv**', '**Paneelmenüüde arv**', '**Teema läbimisel kasutatavate Menüüde arv**', '**Algenüüsesse liikumiseks vajalike klahvivajutuste arv**', '**Progresseeruv Menüü**', '**Nõuanded ja soovitused Menüüs**', '**Menüüs teemaga seotud valikute arv**', '**Menüüs juhtnööride protsent**,

‘Väljumine’, ‘Võimalus liikuda menüüs kasutades klaviatuuri’, ‘Võimalus liikuda menüüs kasutades hiirt’, ‘Klahvikombinatsioonide arv’, ‘Nuppude arv’, ‘Icoonide arv’, ‘Tuntud nuppude protsent’, ‘Tuntud ikoonide protsent’, ‘Viipadega nupud ja ikoonid’, ‘Nupud ja ikoonid pakuvad kinnitust’, ‘Määratud funktsioonipiirkond’, ‘Nuppude ja ikoonide asukoht’, ‘Juhtimismeetodite ebastabiilsus’, ‘Korraga avatud akende arv’, ‘Väljumissoov’, ‘Lõppteade’, ‘Video ajal õppijale antavad juhtimisvõimalused’ ja ‘Küsimustes liikumiseks kerimisvõimalus’. Karakteristik ‘Võimalik harjutamise katkestamine’ oli analoogne elektrooniliste õpikute karakteristikuga ‘Võimalik enesekontrolli katkestamine’, mida kirjeldati samuti eelmise paragrahvi teises alapunktis.

Edasisest analüüsist jäid välja nendest karakteristikutest ‘Demonstratsiooni pakkumine’, ‘Praktilise harjutamise pakkumine’, ‘Progresseeruv menüü’, ‘Nõuanded ja soovitusel menüüs’ ja ‘Küsimustes liikumiseks kerimisvõimalus’ põhjusel, et selliste võimalustega drillprogramme antud eksperimendis ei kasutatud. Kuna paneelmenüüsid kasutati ainult ühes eksperimendis kasutatud 34st drillprogrammist, siis jäi edasisest analüüsist välja ka karakteristik ‘Paneelmenüüde arv’.

Lisaks nendele karakteristikutele analüüsiti antud uurimuses järgmisi drillprogrammide käsitlemist iseloomustavaid karakteristikuid.

Nii elektrooniliste õpikute kui ka drillprogrammide korral analüüsiti, kas ning milliseid juhtnõore õpitarkvara kasutajatele pakutakse. Juhtnõoridest pole aga kasu juhul, kui kasutaja neid õpitarkvarast üles ei leia. Analüüsitud alternatiivskaalal oleva karakteristikuga ‘**Abi**’ väärtuseks oli 1 juhul, kui õppijad said kasutada juhtnõoridesse minekuks vastavat nuppu, nn. abi-nuppu, mida kujutatakse sageli küsimärgina või said nad kasutada rippmenüüde pealkirjaga *Abi (Help)*. Vastava karakteristikuga väärtuseks oli 0 juhul, kui neid võimalusi kasutajatele ei pakutud.

Nagu elektrooniliste õpikute, nii ka drillprogrammide korral analüüsiti karakteristikut ‘Menüüs teemaga seotud valikute arv’. Kui menüüdes on valikuid palju, on ka keerulisem nende seast üles leida konkreetse teemaga seotud valikuid. Seepärast analüüsiti drillprogrammide eksperimendi korral lisaks eelpoolnimetatud karakteristikule veel karakteristikut ‘**Menüüdes valikute arv**’, mille väärtuseks loendati kõikide antud drillprogrammi menüüde kõikide valikute arv.

Alessi ja Trollip (2001: 196) väidavad, et drillprogrammis peaks kasutajal olema võimalus ajutiselt väljuda õpiprogrammist igal ajahetkel. Ajutise väljumisega on võimalik hiljem samasse õpiprogrammi sisenedes naasta samasse seisusse, kus kohast õpiprogrammist väljuti. Alternatiivskaalal oleva karakteristikuga ‘**Ajutine väljumine**’ väärtuseks omistati 1 vastava võimaluse olemasolul ning 0 selle puudumise korral. Kuna eksperimendis kasutatud drillprogrammidest vaid kaks pakkusid võimalust ajutiseks väljumiseks, jäi antud karakteristik edasisest analüüsist välja.

Mitme eksperimendis kasutatud drillprogrammi puhul läks vaja kasutaja mitut tegevust drillprogrammist väljumiseks. Näiteks pidi kasutaja kõigepealt väljuma küsimuste esitamise režiimist ning siis veel kahest täisekraan-menüüst. Või pidi kasutaja esmalt väljuma küsimuste esitamise režiimist, seejärel väljuma summaarsest tagasisidest ning siis alles oli võimalik vastavast drillprogrammist väljuda. Analüüsitud karakteristik **‘Väljumise etapid’** väärtuseks omistatigi arv, mitme etapiline oli väljumine vastavast drillprogrammist. See tähendab, mitu korda pidi kasutaja valima väljumise või katkestamise, et drillprogrammi sulgeda. Drillprogrammist väljumiseks kuluvat aega iseloomustas aga karakteristik **‘Väljumaeg’**. Selle väärtuseks omistati aeg, mis kulus drillprogrammist väljumiseks alates küsimuste katkestamisest kuni drillprogrammi akna sulgumiseni. Vastavat aega mõõdeti sekundites ning juhul, kui drillprogrammist väljumine oli mitme etapiline, siis sooritati aja mõõtmiseks vastavad etapid nii kiiresti kui võimalik (vahepeal pause pidamata).

Kuigi Alessi ja Trollip (2001: 81) väidavad, et kasutajal peab olema alati võimalik väljuda õpitarkvarast, oli eksperimendis kasutatud drillprogrammide hulgas ka selliseid õpiprogramme, mis igal ajahetkel õpiprogrammist väljuda ei lubanud. Karakteristiku **‘Väljumise takistuste arv’** väärtuseks omistati selliste olukordade arv, mille korral drillprogrammist väljuda ei saanud. Sellisteks olukordadeks olid enamasti tagasisideks pakutavad videod või animatsioonid.

Analoogiliselt elektrooniliste õpikute puhul analüüsitud karakteristikule **‘Video ajal õppijale antavad juhtimisvõimalused’**, oli ka drillprogrammide karakteristik **‘Õppijale antud heli puudutavad juhtimisvõimalused’** väärtuseks kasutajale heli korral pakutud juhtimisvõimaluste (paus, tagasikerimine, kiire edasimineki) arv.

Nielsen (1995) hoiatab, et heli ei tohiks segada info edastamist. Heli lisamine multimeediumi õppematerjalidele tõmbab tähelepanu (Lai, 2000). Ka Goyne ja tema kolleegid (2000) väidavad, et õpitarkvaras kasutatava heli puhul tuleks jälgida, et see oleks sobiv ning sobivates situatsioonides ning see ei tohiks õppija tähelepanu õppe-eesmärkidelt eemale juhtida. Taustahelina kasutatav voolav muusika näib esmakordselt kuulates meeldiv, aga korduval kasutusel muutub peagi ärritavaks (Boyle, 1997: 172).

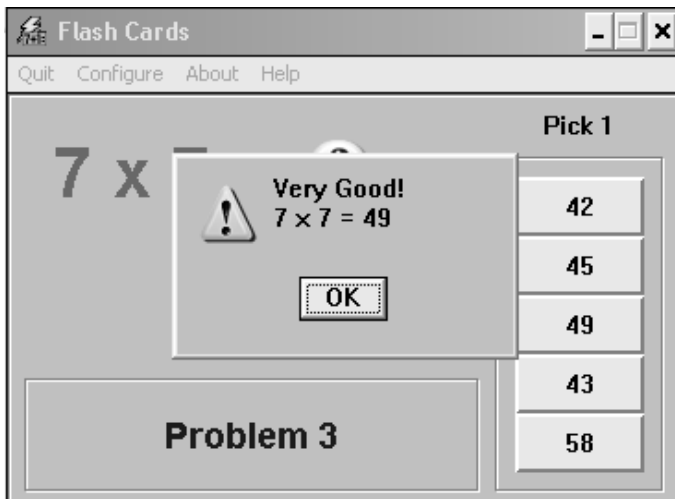
Elektrooniliste õpikute puhul analüüsiti karakteristikut **‘Võimalik heli välja lülitada’**. Eksperimendis kasutatud drillprogrammid kasutasid nii taustameloodiat kui ka heliefekte (piiksud jms) kas vastuse sisestamisel või vastuse tagasisidena. Seepärast analüüsiti drillprogrammide korral kaht heli juhtimisega seotud karakteristikut. Alternatiivskaalal olevate karakteristikute **‘Võimalik heliefekte välja lülitada’** ja **‘Võimalik taustameloodiat välja lülitada’** väärtuseks oli 1 vastava võimaluse olemasolu korral ning 0 selle puudumisel. Juhul, kui vastav drillprogramm heliefekte või taustameloodiat üldse ei kasutanud, jäid vastavatele karakteristikutele väärtused omistamata. Kuna eksperimendis kasutatud drillprogrammidest vaid kolm võimaldasid heliefekte välja lülitada ning üks võimaldas taustameloodiat välja lülitada, siis jäeti viimatikirjeldatud kaks karakteristikut edasisest analüüsist välja.

Karakteristiku **‘Harjutamise ajal drillprogrammi seadete vahetamine’** väärtuseks oli arv, mitmel korral vastava teema harjutamise ajal peab õpi-programmi seadeid vahetama. Näiteks liitmise asemel valima lahutamise või 5-ga korrutamise asemel 6-ga korrutamise. Juhul, kui drillprogrammi seadeid harjutamise ajal vahetada polnud vaja, oli vastava karakteristiku väärtuseks 0. Kuna eksperimendis kasutatud drillprogrammides oli õpi-programmi seadeid vaja vahetada vaid 3 juhul, jäi vastav karakteristik edasisest analüüsist välja.

Ka karakteristik **‘Oskuste arv’** oli arvuline suurus. Antud karakteristiku väärtuseks omistati arv, mitut liiki erinevaid arvutialaseid oskusi vajas õpilane drillprogrammis. Nendeks oskusteks võisid olla hiire käsitlemisoskus staatilise objekti korral (hiirega vastusevariandil või mõnel nupul või ikoonil klikkimine), hiire abil liikuvate objektide tabamisoskus (näiteks kui drillprogrammi küsimused on liikuvate märklaudade peal ja vastamiseks peab õpilane hiire abil “tulistama” õiget märklauda), klaviatuurilt trükkimisoskus, klaviatuuri tundmine jne.

Pärast küsimusele korrektselt vastamist võib drillprogramm esitada õppijale koheselt uue küsimuse, pakkuda talle tagasisidet, pakkuda preemiaks kas animatsiooni või videot või on vaja järgmise küsimuse saamiseks kasutaja tegevust (näiteks peab õppija järgmise küsimuse saamiseks vajutama nupule *Next Problem*). Karakteristiku **‘Üleminek järgmisele küsimusele’** väärtusteks võisid olla arvud 0–4, kus väärtusele 0 vastas kohene üleminek järgmise küsimuse juurde, väärtusele 1 – lihtne tagasiside (heli, teksti või staatilise graafikaga), väärtusele 2 – animatsioon, väärtusele 3 – video ja väärtus 4 omistati juhul, kui järgmise küsimuse saamiseks läks vaja kasutaja tegevust.

Karakteristiku **‘Üleminekuks vajalike klahvivajutuste arv’** väärtuseks oli arv, mitu klahvivajutust oli kasutajal pärast vastuse sisestamist või sellel osutamist vaja teha uue küsimuse saamiseks. Näiteks juhul, kui kasutaja pidi hiirega õigel vastusel klikkima või pidi vaid vastuse trükkima, oli antud karakteristiku väärtuseks 0. Juhul, kui kasutaja pidi hiirega klikkima õigel vastusel, kuid enne uue küsimuse saamist pidi kasutaja veel klikkima hiire abil tagasiside akna vastaval nupul, oli antud karakteristiku väärtuseks 1 (vt. joonis 3.3). Karakteristiku väärtuseks oli 1 ka juhul, kui kasutaja pidi pärast vastuse trükkimist vajutama klaviatuuril *Enter* klahvi. Karakteristiku väärtuseks oli aga 2 juhul, kui pärast *Enter* klahvi vajutamist pidi kasutaja veel klikkima hiire abil tagasiside akna vastaval nupul.



Joonis 3.3. Näide drillprogrammist, mis nõudis enne uue küsimuse andmist tagasiside aknas nupul *OK* hiirega klikkimist.

Analoogselt drillprogrammist väljumise takistustele, takistas mõnedes drillprogrammides õige vastuse korral esitatav animatsioon või video õppijal järgmise küsimuse saamist. Karakteristiku '**Ülemineku takistuste arv**' väärtuseks omistati selliste olukordade arv, mille korral õppija ei saanud uut küsimust, vaid pidi kannatlikult ootama dünaamilise esituse lõppemist.

Alessi ja Trollip (2001: 187) soovivad, et drillprogramm võiks valida õppijale esitatava küsimuse keerukuse vastavalt õppija eelnevale sooritusele. Selleks tuleks alustada drillprogrammis lihtsamate küsimustega ja kui õppija vastab neile korrektselt, esitada järjest keerulisemaid küsimusi. Alternatiivskaalal oleva karakteristiku '**Üleminek uuele tasemele**' väärtuse 1 korral suunas drillprogramm õppija kõrgemale tasemele juhul, kui esitatud küsimused vastati õigesti ning 0 juhul, kui seda ei tehtud. Kuna vaid ühes eksperimendis kasutatud drillprogrammidest oli vastava karakteristiku väärtuseks 1, jäi karakteristik '**Üleminek uuele tasemele**' edasisest analüüsist välja.

3.3. Drillprogrammide info esituse karakteristikud

Mitmed drillprogrammide info esitust kirjeldavatest karakteristikutest (40st karakteristikust 30, s.o. 75%) leiti sama meetodikat kasutades ning ka nende võimalikud väärtused olid samad, mis elektrooniliste õpikute kujundust ning teksti iseloomustavate karakteristikute puhul. Elektrooniliste õpikute kujunduse karakteristikutega samad karakteristikud (vt. eelmise paragrahvi alapunkti 2.3) olid: '**Tiitelleht**', '**Tiitellehe atraktiivsus**', '**Tiitelleht näitab, millest on**

tund', 'Tiitelleht animeeritud', 'Tiitelleht heliga', 'Tiitellehe tihedus', 'Teksti suurus', 'Reavahe' (juhul, kui küsimus paiknes ühes reas, jäeti vasta-vale karakteristikule väärtus omistamata), 'Teksti kirjatüüp', 'Esitusviiside arv', 'Meedialiikide arv', 'Skeemide arv', 'Lihtsustatud illustratsioonide arv', 'Illustratsioonide arv', 'Tabelite arv', 'Graafikute arv', 'Animatsioonide arv', 'Fotode arv', 'Kolmemõõtmeliste kujutiste arv', 'Kolmemõõtmeliste kujutiste protsent', 'Videote arv', 'Heli', 'Taustameloodia', 'Must-valge esitus', 'Värvide arv', 'Värvidega kodeerimine', 'Värvide kasutus seoses igapäevaeluga' ja 'Teksti ja tausta värv'. Kuna üheski eksperimendis analüüsitud drillprogrammide ei kasutatud info esitust tabelite või graafikute abil ning ei kasutatud ka värvidega kodeerimist, jäid karakteristikud 'Tabelite arv', 'Graafikute arv' ja 'Värvidega kodeerimine' järgnevast analüüsist välja. Edasisest analüüsist jäid välja ka karakteristikud 'Tiitelleht näitab, millest tund', 'Skeemide arv' ja 'Videote arv', sest nende karakteristikute väärtused erinesid nullist vaid 1–2 eksperimendis kasutatud drill-programmi korral.

Elektrooniliste õpikute teksti iseloomustavate karakteristikutega samad karakteristikud (vt. eelmise paragrahvi neljandat alapunkti) olid: **'Õppetunni eesmärgid näidatud'** ja **'Vead'**. Kuna üheski eksperimendis kasutatud drill-programmide ei näidatud õpiprogrammi alguses õppetunni eesmärgid ning küsimustes polnud ka grammatikavigu, jäid mõlemad viimatinimetatud karakteristikud edasisest analüüsist välja.

Lisaks karakteristikule 'Tiitelleht' analüüsiti drillprogrammide uurimuses ka alternatiivskaalal olevat karakteristikut **'Eelleht'**. Karakteristikule omistati väärtus 1 eellehe olemasolu korral ning väärtus 0 selle puudumisel. Eelleheks loeti enne tiitellehte kuvatavat tarkvaratootja reklaami, logo või jaosvara õpi-programmide puhul registreerimislehte täisversiooni saamiseks.

Karakteristik **'Ekraani jaotuste arv'** oli aga analoogiline elektrooniliste õpikute uurimuses analüüsitud karakteristikule 'Ekraani jaotuste arv enese-kontrollis'. Analoogiliselt elektrooniliste õpikute enesekontrolliga omistati antud karakteristikule väärtuseks arv, mis saadi loendades üksteisest raamiga eraldatud osi ekraanil. Juhul, kui ekraanil polnud eraldatud osasid, oli vastava karakteristikule väärtuseks 1.

Elektrooniliste õpikute puhul analüüsiti karakteristikuid 'Teksti kontsentratsioon' ja 'Info kontsentratsioon'. Neile karakteristikutele analoogiliste karakteristikutena kasutati drillprogrammide uurimuses karakteristikuid 'Drillprogrammi sisestus- ja küsimuse akna osa ekraanist', 'Drillprogrammi tagasiside osa ekraanist' ja 'Drillprogrammi akna osa ekraanist'. Kõik loetletud kolm karakteristikut olid protsentarvulised suurused. Karakteristiku **'Drillprogrammi sisestus- ja küsimuse akna osa ekraanist'** väärtus arvutati järgnevalt: Esmalt arvutati ekraaniosa pindala, mis hõlmas drillprogrammis esitatavat küsimust (tekst ja/või graafika). Seejärel arvutati sisestuslahtri või vastusevariantidega hõlmatud ekraaniosa pindala ning liideti see küsimuse pindalale. Karakteristiku väärtuseks omistati saadud summa ning ekraani pindala jagatis. Ekraani pinda-

laks võeti 15-tollise CRT kuvari pindala, sest kõikides eksperimendis osalenud koolides kasutati just selliseid kuvareid.

Karakteristiku **'Drillprogrammi tagasiside osa ekraanist'** väärtuse arvutamiseks mõõdeti esmalt tagasiside (tekst ja/või graafika ja/või video) poolt hõlmatava ekraaniosa pindala ning jagati see kogu ekraani pindalaga. Karakteristiku **'Drillprogrammi akna osa ekraanist'** väärtuseks arvutati drillprogrammi poolt hõlmatava ekraaniosa pindala ning arvutati, mitu protsenti moodustab see kogu ekraanipinnast. Ka nende kahe karakteristiku puhul võeti ekraani pindalaks 15-tollise CRT kuvari pindala.

Drillprogrammi poolt esitatud küsimused võivad olla ülejäänud illustreerivast osast eristatud või asuda komplekselt drillprogrammi sees. Näiteks eksperimendis kasutatud drillprogrammis *OnTarget* ilmusid korrutamise- ja jagamisülesanded kalade või lindude peal, mida õppija pidi "tulistama" õigete vastustega. Inglise keele drillprogrammis *LinguaLand* olid õpitavad sõnad veealused aardekiristud, mille juurde tuuker pidi sukelduma. Alternatiivskaalal oleva karakteristiku **'Küsimused eristatud'** väärtuseks omistatigi 1 juhul, kui küsimused olid illustreerivast kontekstist eristatud ning vastav karakteristik sai väärtuse 0 juhul, kui küsimused esitati illustratsioonide peal. Ka karakteristik **'Küsimused eristatud raamiga'** oli alternatiivskaalal omades väärtust 1 juhul, kui drillprogrammis esitatud küsimuste ümber oli joonistatud raam ning väärtust 0 raami puudumisel.

Karakteristiku **'Drillprogramm mahub ühele ekraanile'** väärtuseks oli aga 1 juhul, kui drillprogrammis ühe küsimusega esitatav informatsioon (küsimus, vastuse sisestusaken ja/või vastusevariandid ning tagasiside) mahtus ühele ekraanile, nii et ei läinud vaja ei kerimist ega lehekülgede vahetamist. Vastava karakteristiku väärtuseks oli 0 juhul, kui drillprogrammis esitatav informatsioon ühele leheküljele ei mahtunud. Kuna eksperimendis kasutatud kõikides drillprogrammides mahtus informatsioon korraga ühele ekraanile, jäi vastava karakteristik edasisest analüüsist välja.

Sageli lisatakse multimeediumi materjalidele heli. Boyle (1997: 172) jagab heli arvutipõhistes õppematerjalides kaheks suureks alaliigiks:

- kõne ja muusika
- heliefektid.

Boyle (1997: 172) märgib, et heliefekte on kasutatud arvutipõhistes õppematerjalides juba pikka aega ning neil on harivalt meelelahutuslik (*edutainment*) efekt.

Lisaks karakteristikutele 'Heli' ja 'Taustameloodia' analüüsiti uurimuses kasutatud drillprogrammide korral karakteristikuid 'Heliefektid' ja 'Hää'. Mõlemad viimatinimetatud karakteristikud võisid omada väärtusi 0 või 1. Karakteristikule **'Heliefektid'** omistati väärtus 1 juhul, kui informatsiooni esitamisel ja/või vastuse sisestamisel kasutati heliefekte. Näiteks trükkides tähti või numbreid või vastusevarianti valides kaasnes heli. Vastavale karakteristikule omistati väärtuseks 0 juhul, kui informatsiooni esituse ja/või vastuse sisestamisega seotud heliefektid puudusid. Karakteristiku **'Hää'** väärtuseks

omistati 1 juhul, kui informatsiooni esitamisel ja/või vastuse sisestamisel kasutati digitaalset kõnet. Näiteks küsimus esitati digitaalse kõnega või tähti trükkides esitati digitaalse kõnega nende hääldus. Antud karakteristiku väärtuseks sai 0 juhul, kui info esitamisel ja/või vastuse sisestamisel digitaalset kõnet ei kasutatud.

3.4. Drillprogrammide küsimuste karakteristikud

Drillprogrammide küsimusi iseloomustavatest karakteristikutest 9 leiti sama meetodikat kasutades ning nende võimalikud väärtused olid samuti samad, mis elektrooniliste õpikute enesekontrollis küsimusi kirjeldavate karakteristikute (vt. eelmise paragrahvi alapunkt 2.5) puhul. Nendeks karakteristikuteks olid: **‘Küsimuste tasemete arv’**, **‘Küsimuste arvu valik’**, **‘Valikvastustega küsimused’**, **‘Tõene/väär küsimused’**, **‘Sobitamisküsimused’**, **‘Vabavastuselised küsimused’**, **‘Lünktekst’**, **‘Küsimustes graafika kui küsimuste kontekst’** ja **‘Küsimustes graafika kui vihje’**. Kuna uurimuses kasutatud drillprogrammides üheski ei kasutatud tõene/väär küsimusi ega lünkteksti ning vaid ühes drillprogrammis kasutati graafikat vihje andmise eesmärgil, jäid karakteristikud **‘Tõene/väär küsimused’**, **‘Lünktekst’** ja **‘Küsimustes graafika kui vihje’** edasisest analüüsist välja.

Paberil esitatud küsimustele võib õppija vastata enda poolt valitud järjekorras. Antud uurimuses analüüsiti ka drillprogrammide korral karakteristikut **‘Küsimuste järjekord’**, mille väärtuseks omistati 1 juhul, kui õppija sai vastata esitatud küsimustele enda poolt valitud järjekorras ning 0 juhul, kui tal sellist võimalust polnud. Õppija poolt valitud järjekorraks loeti võimalust, kus esitati mitu küsimust korraga ning õppija sai vastata neile enda poolt valitud järjekorras. Kuna uurimuses analüüsitud drillprogrammidest ükski ei võimaldanud õppijal valida küsimuste vastamise järjekorda, jäi antud karakteristik edasisest analüüsist välja.

Alessi ja Trollip (2001: 189–195) kirjutavad erinevatest võimalustest küsimuste järjekorra valikuks drillprogrammides. Küsimusi võib esitada valides neid juhuslikult küsimuste andmebaasist või organiseeritud järjekorras. Alternatiivskaalal oleva karakteristiku **‘Küsimuste valik’** väärtuseks omistati 0 juhul, kui küsimuste valik oli juhuslikult genereeritud ning 1 juhul, kui küsimusi valiti andmebaasist teatud valemite arvestades.

Alessi ja Trollip (2001: 202–203) kirjutavad ka lõputu jätkamise võttest (*endless-continuum technique*). Sellisel juhul esitatakse küsimustekomplektis olevaid samu küsimusi ikka uuesti ja uuesti või lisatakse automaatsuseni omandatud küsimuste asemele järjest uusi suuremast küsimuste andmebaasist. Sellisel juhul saab õppija drillprogrammi katkestada näiteks siis, kui aeg 15 minutit on möödunud. Karakteristiku **‘Lõputu jätkamise võte’** väärtusteks võiski olla 1 (küsimusi esitati lõputult) või 0 (küsimusi ei esitatud lõputult).

Kui õpilane vastab teatud küsimusele korduvalt õigesti, võib oletada, et ta on selle omandanud. Efektiivne drillprogramm lõpetab selle küsimuse esitamise ja annab suuremat rõhku nendele küsimustele, mida pole õigesti vastatud (Alessi & Trollip, 2001: 194–198). Karakteristiku **‘Käibelt kõrvaldamine’** väärtuseks omistati 1 juhul, kui drillprogrammis kasutati küsimuste käibelt kõrvaldamist ning 0 juhul, kui sellist võimalust ei kasutatud. Küsimuste käibelt kõrvaldamiseks loeti vastavalt Alessi ja Trollipile (2001: 194) küsimuse eemaldamist õppijale esitatavate küsimuste komplektist. Kuna küsimuste käibelt kõrvaldamist kasutati vaid kolmes drillprogrammis, jäeti vastav karakteristik edasisest analüüsist välja.

Küsimusi võib õppijale esitada järjest kuni kõikidele küsimustele on vähemalt ühe korra õigesti vastatud või kui on vastatud teatud arv kordi järjestikku õigesti. Karakteristiku **‘Kõik peab olema vastatud õigesti’** väärtuseks võis olla 1 või 0. Väärtus 1 omistati antud karakteristikule juhul, kui drillprogramm lõpetas küsimuste esitamise kui õpilane oli kõikidele küsimustele vähemalt ühe korra õigesti vastanud. Karakteristik **‘Mitme õige vastusega lõpeb drillprogramm’** oli aga arvuline suurus. Vastava karakteristiku väärtuseks omistati arv, mis näitas, mitu esitatud küsimust peab õppija järjestikku õigesti vastama, et drillprogramm lõpetaks vastava küsimuse esitamise.

Alessi ja Trollip (2001: 201) nimetavad kolme võimalust küsimuste grupeerimiseks:

- 1) keerukus (ühes rühmas võrdse keerukusega küsimused);
- 2) eristusvigade tegemise tõenäosuse järgi (sagedamini ja tõenäoliselt segamini aetavad küsimused ühte rühma) ja
- 3) semantika ehk organisatsiooni järgi (näiteks matemaatikas ühes rühmas vaid kahekohaliste arvude liitmise ülesanded või sõnade õppimisel ühes rühmas sõnad, mis väljendavad erinevaid toiduaineid).

Toodud Alessi ja Trollipi (2001) küsimuste grupeerimise viise iseloomustasid antud uurimuses alternatiivskaalal olevad karakteristikud **‘Küsimused grupeeritud keerukuse järgi’**, **‘Küsimused grupeeritud eristusvigade tegemise järgi’** ja **‘Küsimused grupeeritud semantika (organisatsiooni) järgi’**. Antud karakteristikute väärtuseks omistati 1 juhul, kui konkreetsetes drillprogrammi teemas oli kasutatud vastavat küsimuste rühmitamise viisi ning 0, kui vastavat rühmitamist polnud kasutatud. Kuna küsimuste grupeerimist eristusvigade tegemise tõenäosuse järgi kasutati vaid kahes analüüsitud drillprogrammis, jäi vastav karakteristik edasisest analüüsist välja.

Karakteristik **‘Sees varasematest teemadest pärit küsimused’** oli samuti alternatiivskaalal. Antud karakteristiku väärtuseks omistati 1 vastava väite tõesuse korral ning 0 selle mittekehtimise puhul. Varasemateks teemadeks loeti antud uurimuses näiteks 1–5-ga korrutamist 6–10-ga korrutamise õppimise puhul või varemõpitud sõnade lülitamist uutesse harjutatavatesse sõnadekomplektidesse.

Juhul, kui õppija sai valida, mitu küsimust esitatakse, analüüsiti ka karakteristikuid **‘Minimaalne võimalik küsimuste arv’** ja **‘Maksimaalne võimalik küsi-**

muste arv'. Juhul, kui õppija küsimuste arvu valida ei saanud, jäeti vastavatele karakteristikutele väärtused omistamata. Karakteristiku '**Minimaalne võimalik küsimuste arv**' väärtuseks omistati vähim küsimuste arv, mida õpilane sai harjutamiseks valida ning karakteristiku '**Maksimaalne võimalik küsimuste arv**' väärtuseks omistati suurim küsimuste arv, mida õpilane sai harjutamiseks valida. Karakteristiku '**Küsimuste arvu amplituud**' väärtuseks lahutati karakteristiku 'Maksimaalne võimalik küsimuste arv' väärtusest karakteristiku 'Minimaalne võimalik küsimuste arv' väärtus.

Lisaks küsimuste liikidele eristavad Alessi ja Trollip (2001: 185) seitset erinevat küsimuste viisi:

- 1) kuuldav tekstilisele (näiteks kasutaja kuuleb võõrkeelset sõna ja peab valima või kirjutama emakeelse tähenduse);
- 2) tekst pildilisele (näiteks kasutajale antakse võõrkeelne sõna tekstina ja ta peab valima sellele sõnale vastava pildi);
- 3) pilt tekstilisele (näiteks kasutaja näeb pilti ning peab valima või kirjutama sellele vastava sõna);
- 4) kuuldav pildilisele (näiteks kasutaja kuuleb võõrkeelset sõna ja peab valima sellele sõnale vastava pildi);
- 5) pilt kuuldavale (näiteks kasutaja peab sobitama pildi ja sellele pildile vastava heli);
- 6) pilt visuaalsele (näiteks kasutaja peab sobitama kaks pilti) ;
- 7) tekstiline tekstilisele või numbrilisele (näiteks kasutaja saab trükitud tekstiga ülesande ja peab sellele valima või kirjutama tekstilise või numbrilise vastuse).

Milline neist küsimuste viisidest valida, sõltub õppija vanusest ja eesmärkidest. Kui vähegi võimalik, siis soovivad Alessi ja Trollip (2001: 185) kasutada erinevate viisidega esitatud küsimusi.

Kirjeldatud küsimuste viise iseloomustasid antud uurimuses karakteristikud '**Kuuldav tekstilisele**', '**Tekst pildilisele**', '**Pilt tekstilisele**', '**Kuuldav pildilisele**', '**Pilt kuuldavale**', '**Pilt visuaalsele**' ja '**Tekst tekstilisele**'. Kõik viimatilootletud karakteristikud olid protsentarvulised suurused. Nende karakteristikute väärtuseks arvutati, mitu protsenti konkreetse drillprogrammi küsimustest on esitatud kasutades vastavat küsimuste viisi. Kuna küsimuste viise kuuldav pildilisele ja pilt kuuldavale kasutati vaid ühes drillprogrammis ning küsimuste viisi pilt visuaalsele ei kasutanud uurimuses ükski kasutatud drillprogrammidest, jäid vastavad karakteristikud edasisest analüüsist välja.

Alessi ja Trollip (2001: 187) defineerivad drillprogrammide korral termini kiirus (*pace*) kui ajavahe, mille jooksul esitatakse drillprogrammis järgmine küsimus. Antud uurimuses analüüsitud karakteristiku '**Üleminekukiirus sekundites**', mille väärtuseks omistatigi arv, mitu sekundit läks minimaalselt aega pärast vastusele tagasiside saamist järgmise küsimuse ilmutamiseks.

Drillprogrammi karakteristik '**Üleminek järgmisele tasemele**' oli alternatiivskaalal. Antud karakteristiku väärtuseks oli 1 juhul, kui üleminek kergematelt küsimustelt keerulisematele (näiteks 6-ga korrutamisel 7-ga korruta-

misele) või ühelt sõnade komplektilt järgmisele toimus automaatselt juhul, kui õpilane oli eelmisel tasemel saavutanud meisterlikkuse. Kuna vaid uurimuses kasutatud kolmes drillprogrammis toimus üleminek järgmisele tasemele automaatselt, jäi antud karakteristik edasisest analüüsist välja.

3.5. Drillprogrammide vastamise karakteristikud

Drillprogrammides vastamist kirjeldavatest karakteristikutest järgmised leiti sama meetodikat kasutades ning nende võimalikud väärtused olid samuti samad, mis elektrooniliste õpikute enesekontrollis vastamist kirjeldavate karakteristikute (vt. eelmise paragrahvi viiendat alapunkti) puhul: **‘Kõikidele küsimustele peab vastama’**, **‘Vastamine klaviatuuriga’**, **‘Vastamine hiirega’**, **‘Vastamiseks ekraanil objektide vedamine’**, **‘Vastamise ökonoomsus’**, **‘Juhend vastamiseks’**, **‘Vastamise näide või demonstratsioon’**, **‘Vastamise praktiseerimine’**, **‘Vastamisaeg piiratud’**, **‘Selgitus vastuse sisestamiseks’**, **‘Abi vastamise juures’**, **‘Suur- ja väiketähtede eristamine’**, **‘Kirjavahemärgid vastustes’** ja **‘Sõnade järjekord vastustes’**.

Neist loetletud karakteristikutest jäid edasisest analüüsist välja järgmised karakteristikud **‘Vastamiseks ekraanil objektide vedamine’** (kasutati vaid kolmes drillprogrammis), **‘Abi vastamise juures’** (pakuti vaid kahes drillprogrammis), **‘Suur- ja väiketähtede eristamine’** (kasutati vaid ühes drillprogrammis), **‘Vastamise näide või demonstratsioon’**, **‘Vastamise praktiseerimine’**, **‘Selgitus vastuse sisestamiseks’**, **‘Kirjavahemärgid vastustes’** ja **‘Sõnade järjekord vastustes’** (viimatinimetatud viie karakteristikute väärtus oli 0 kõikide drillprogrammide korral).

Vaid drillprogrammide korral analüüsitud alternatiivskaalal olevad karakteristikud **‘Õppija saab määrata vastamisaja’** ja **‘Saab valida vastamise viisi’** iseloomustasid, kui palju antakse õppijale drillprogrammis võimalust juhtida oma õppimist. Karakteristiku **‘Õppija saab määrata vastamisaja’** väärtuseks oli 1 juhul, kui õppija sai enne küsimustekomplekti valikut määrata vastamiseks ajalimiidi ning 0 juhul, kui õppijale sellist võimalust ei antud. Ajalimiiti võis määrata kas ühele küsimusele (näiteks ajalimiit, et ühele küsimusele vastamiseks on aega maksimaalselt 30 sekundit) või tervele küsimuste komplektile (näiteks ajalimiit, et drillprogramm lõpeb 15 minuti pärast). Karakteristiku **‘Saab valida vastamise viisi’** väärtuseks omistati 1 juhul, kui õppija sai valida vastamise viisi ning 0 juhul, kui õppijale sellist võimalust ei antud. Võimaluseks valida vastamise viisi loeti näiteks see, kui inglise keeles õpilane saab valida, kas inglise keeles esitatud sõna eestikeelseks vasteks valib ta eestikeelse sõna või osutab vastavat sõna kujutaval pildil. Kuna uurimuses kasutatud drillprogrammidest üheski ei pakutud õppijale võimalust valida vastamise viisi, jäi antud karakteristik edasisest analüüsist välja.

Juhul, kui drillprogrammis oli vastamisel ette antud ajapiirang, oli karakteristik **‘Vastamisaeg sekundites’** väärtuseks arv, mis näitas, mitu sekundit on õpi-

lasel aega vastata ühele küsimusele. Juhul, kui konkreetnes drillprogrammis vastamiseks ajapiirangut polnud, jäeti vastavale karakteristikule väärtus omistamata.

3.6. Drillprogrammide tagasiside karakteristikud

Drillprogrammide tagasisidet iseloomustavatest karakteristikutest 17 leiti sama meetodikat kasutades ning nende võimalikud väärtused olid samuti samad, mis elektrooniliste õpikute enesekontrollis tagasisidet kirjeldavate karakteristikute (vt. eelmine paragrahv alapunkt 2.5) puhul. Nendeks karakteristikuteks olid: **‘Tagasiside kompleksus’, ‘Positiivne tagasiside’, ‘Korrektiivne tagasiside’, ‘Kiitus’, ‘Kiituse juhuslikkus’, ‘Personaalne tagasiside’, ‘Tagasiside ajastus’, ‘Tagasiside tekstiga’, ‘Tagasiside graafikaga’, ‘Tagasiside heliga’, ‘Tagasiside liikide arv’** (kuid drillprogrammide uurimuses summeeriti nelja karakteristiku (‘Tagasiside tekstiga’, ‘Tagasiside graafikaga’, ‘Tagasiside animatsiooniga’ ja ‘Tagasiside heliga’) väärtused iga konkreetse drillprogrammi korral), **‘Vale vastuse tagasiside huvitavam kui õige vastuse korral’, ‘Eristusvead saavad erineva tagasiside’, ‘Jäetakse arvestamata formaadiviga’, ‘Juhend või vihje’, ‘Teatatakse õigete vastuste protsent’** ja **‘Teatatakse vastamiskiirus’**.

Personaalset ega viivitusega tagasisidet ei pakkunud uurimuses kasutatud ükski drillprogramm. Samuti ei pakutud üheski drillprogrammis eristusvigade korral lisainformatsiooni, et antud vastus on korrektne ühe teise küsimuse korral. Seega jäid karakteristikud ‘Personaalne tagasiside’, ‘Tagasiside ajastus’ ja ‘Eristusvead saavad erineva tagasiside’ edasisest analüüsist välja.

Alessi ja Trollip (2001: 196) soovivad, et drillprogrammis võiks pakkuda õpilasele soovitud õpiprogrammist väljuda ning harjutamisega jätkata mõnel järgmisel päeval, juhul, kui õpilasel sooritus halveneb – teeb järjest enam vigu. Samuti võiks drillprogramm pakkuda õpilasele soovitud harjutamise lõpetamiseks juhul, kui õpilane on harjutatavas küsimustekomplektis meisterlikkuse saavutanud – pole pikka aega enam vigu teinud. Alessi ja Trollipi (2001: 196) poolt kirjeldatud kaht olukorda iseloomustasid antud uurimuses karakteristikud **‘Drillprogrammi soovitus väljuda soorituse halvenes’** ja **‘Drillprogrammi soovitus väljuda meisterlikkuse saavutamisel’**. Nende alternatiivskaalal olevate karakteristikute väärtuseks omistati 1 juhul, kui drillprogrammis pakuti vastavat soovitud ning 0 juhul, kui sellist soovitud õppijale ei antud. Kuna uurimuses kasutatud üheski drillprogrammis vastavaid soovitusi ei pakutud, jäid mõlemad viimatikirjeldatud karakteristikud edasisest analüüsist välja.

Lisaks karakteristikule ‘Tagasiside ajastus’, mida kirjeldati elektrooniliste õpikute puhul, kasutati drillprogrammide korral ka karakteristikut **‘Reageerimisaeg’**. Antud karakteristik oli arvuline suurus, mida mõõdeti sekundites. Vastava karakteristiku väärtus näitas, kaua läks aega, et drillprogramm annaks sisestatud vastusele tagasisidet.

Tagasiside liikidena iseloomustati elektrooniliste õpikute eksperimendis tekstilist, graafilist ning helilist tagasisidet. Weiss ja tema kolleegid (2002) toovad välja animatsioonide kasutamise motivatsioonilise funktsiooni. Seetõttu analüüsiti drillprogrammide korral ka karakteristikut '**Tagasiside animatsiooniga**', mis oli sarnaselt teisi tagasiside liike iseloomustavatele karakteristikutele alternatiivskaalal olev suurus. Antud karakteristikule omistati väärtus 1 juhul, kui konkreetsetes drillprogrammides esitati tagasiside kasutades animatsiooni ning 0 juhul, kui animatsiooni tagasisideks ei kasutatud. Samuti alternatiivskaalal oleva karakteristikuga '**Tagasisideks olev animatsioon on kogu aeg üks ja sama**' väärtuseks oli 1 vastava väite tõesuse korral ning 0 selle mittekehtimisel. Antud karakteristikule jäeti väärtus omistamata juhul, kui konkreetsetes drillprogrammides tagasisideks animatsiooni ei pakutud.

Iseloomustamiseks tagasisidena esitatavat heli kasutati drillprogrammide uurimuses veel karakteristikuid '**Tagasiside heliks on digitaalne kõne**' ja '**Tagaside heli on kogu aeg sama**'. Ka viimatinimetatud karakteristikud olid alternatiivskaalal, kus väärtus 1 omistati vastava väite tõesuse ning 0 selle mittekehtimise korral. Juhul, kui konkreetsetes drillprogrammides helilist tagasisidet ei pakutud, jäeti karakteristikule '**Tagaside heli on kogu aeg sama**' väärtused omistamata.

Laurentiis (1993) väidab, et õppeprotsessis käitub tagasiside regulaatori ja tugevdajana. Tagasiside kui regulaator ütleb õpilasele, millised teadmised ja oskused vajavad parandamist ja täiustamist. Kohene ja sage tagasiside on keskendatud õppimistegevustele ning tulemuseks on positiivsed käitumise muutused – kiirem ja suurem edu õppimises. Tagasiside kui tugevdaja annab teadmise edust, mis on sisemine tasu, seega suurendab õpilase õpimotivatsiooni. Laurentiis (1993) väidab, et mida kohesem ja mida detailsem on pakutav tagasiside, seda suurem on mõju õppimise tugevdamisele. Arvutid on ainsad vahendid, mis saavad edastada kohese analüüsi ja tagasiside.

Alessi ja Trollip (2001: 203) väidavad, et lõputu jätkamise võtet kasutavate drillprogrammide korral tuleks anda õppijale ka harjutamise ajal informatsiooni soorituse kohta – mitu küsimust on läbitud, mitu protsenti on neist õigesti vastatud jne. Informatsiooni, mida pakuti uurimuses analüüsitud drillprogrammides küsimustele vastamise ajal, kirjeldasid järgmised kuus karakteristikut: '**Skoor harjutamise ajal nähtaval**', '**Skoor harjutamise ajal näha graafiliselt**', '**Õigete vastuste protsent harjutamise ajal nähtaval**', '**Jooksev aeg harjutamise ajal nähtaval**', '**Jooksev aeg sekundites harjutamise ajal nähtaval**' ja '**Jooksev aeg graafiliselt harjutamise ajal nähtaval**'. Kõik viimatinimetatud karakteristikud olid alternatiivskaalal. Karakteristikule omistati väärtuseks 1 juhul, kui vastav informatsioon oli küsimustele vastamise ajal õppijale nähtaval ning 0 juhul, kui küsimustele vastamise ajal õppijale vastavat informatsiooni ei pakutud. Skooriks antud uurimuses loeti punkti-summat, mis anti drillprogrammides õigesti vastatud küsimuste eest. Seejuures uurimuses kasutatud mõnedes drillprogrammides andis enam punkte kiiremini vastatud küsimus võrreldes küsimusega, mis vastati samuti õigesti, kuid

aeglasemalt. Jooksvaks ajaks loeti antud uurimuses kas ajapiirangust kulutatud aeg (näiteks õpilane nägi graafiliselt, kaua ta juba ajalimiidist vastamiseks kulutanud on), ühele küsimusele kulunud aeg (sekundites) või kogu küsimustekomplektile kulunud aeg.

Dempsey ja Litchfield (1993) väidavad, et õppijale tuleb pakkuda koheselt pärast vale vastuse sisestamist tagasisidet. Alternatiivskaalal oleva karakteristikuga **'Vale vastuse eiramine'** väärtuseks omistati 1 juhul, kui vale vastuse korral mingit tagasisidet ei antud (esitati lihtsalt järgmine küsimus). Antud karakteristikuga väärtuseks oli 0, kui vale vastuse korral anti tagasiside. Ka karakteristikuga **'Pärast valet sümbolit järgmise sümboli sisestamine'** oli alternatiivskaalal ning selle väärtuseks omistati 1 juhul, kui drillprogrammis pärast esimese vale numbri või tähe sisestamist järgmist sümbolit enam sisestada ei lubatud. Näiteks kui õigeks vastuseks oli arv '54', aga õpilane hakkas kirjutama arvu '46', siis pärast numbri 4 sisestamist ta enam järgmist numbrit sisestada ei saanud, vaid talle anti koheselt tagasiside, et vastus on vale. Antud karakteristikuga väärtuseks omistati 0 juhul, kui drillprogrammis kontrolliti vastuse õigsust ning anti tagasiside alles pärast täieliku vastuse sisestamist. Juhul, kui drillprogrammis esitatud küsimustele vastati hiirt kasutades (õigel vastusel klikkides või ekraanil objekte hiirega vedades), jäeti karakteristikule **'Pärast valet sümbolit järgmise sümboli sisestamine'** väärtus omistamata. Kuna uurimuses kasutatud drillprogrammidest kõik pakkusid vale vastuse korral tagasisidet ning ainult 2 drillprogrammi pakkusid vale vastuse tagasisidet pärast esimese vale sümboli sisestamist, jäid kaks viimatikirjeldatud karakteristikut edasisest analüüsist välja.


Kuigi ka elektrooniliste õpikute uurimuses analüüsiti karakteristikut **'Uus võimalus vastamiseks'**, olid selle karakteristikuga võimalikud väärtused drillprogrammide uurimuses erinevad. Drillprogrammide uurimuses omistati karakteristikuga **'Uus võimalus vastamiseks'** väärtuseks arv, mitu korda oli võimalik vale vastuse korral koheselt uuesti vastata. Juhul, kui samale küsimusele koheselt uuesti vastata ei saanud, oli vastava karakteristikuga väärtuseks 0. Juhul, kui õpilasel nõuti õige vastuse sisestamist (enne uut küsimust ei saanud, kui eelmisele oli õigesti vastatud), omistati vastava karakteristikuga väärtuseks 50.

Drillprogrammide korral, mis pakkusid õppijatele juhendit või vihjet, analüüsiti ka karakteristikuid, mis seda iseloomustasid. Alessi ja Trollip (2001: 132) soovivad, et pärast esmakordset valesti vastamist ei tohiks õpilasele kohe õiget vastust anda, vaid pakkuda mõnda lihtsat vihjet. Kui õpilane ka teisel korral valesti vastab, siis pakkuda talle põhjalikumaid näpunäideid ja alles kolmanda vale vastuse korral teatada õppijale õige vastus. Karakteristikuga **'Juhendi või vihje etapid'** väärtuseks omistati arv, mitme etapiga (põhjalikkusega) anti õppijale vihje või juhend. Näiteks korrutustabelit õpetavas drillprogrammis pärast esimest vastust näidati korrutustabelit, pärast teist valet vastust näidati sama korrutustabelit, milles olid tegurid teise värviga välja toodud ning pärast kolmandat valet vastust näidati korrutustabelit, kus oli teise värviga välja toodud nii tegurid kui ka vastava veeru ja rea ristumiskohas olev

korruis. Sellisel juhul omistati karakteristikule 'Juhendi või vihje etapid' väärtuseks 3. Juhul, kui konkreetnes drillprogrammis õppijale vihjet või juhendit ei pakutud, anti vastavale karakteristikule väärtus 0.

Vihjeks võib pakkuda heli, teksti, staatilist või animeeritud graafikat. Valikvastustega küsimuste korral annab õppijale vihje ka ühe või mitme vale vastuse märkimine või kaotamine (Alessi & Trollip, 2001: 186). Karakteristikud '**Vihjeks heli**', '**Vihjeks tekst**', '**Vihjeks staatiline graafika**', '**Vihjeks animatsioon**' ja '**Vihjeks valitud vale vastuse märkimine (kaotamine)**' oli alternatiivskaalal. Neist neljale esimesele karakteristikule omistati väärtus 1 juhul, kui konkreetnes drillprogrammis esitati vihje kasutades vastavat meedialiiki (heli, teksti, staatilist graafikat või animatsiooni) ning 0 juhul, kui vastavat meedialiiki vihjeks ei kasutatud. Ühe teema korral võis vihjet pakkuda kasutades ka mitut meedialiiki (näiteks nii teksti kui ka staatilist graafikat). Karakteristiku '**Vihjeks valitud vale vastuse märkimine (kaotamine)**' väärtuseks omistati 1 juhul, kui valikvastustega küsimuste korral pärast vale variandi valikut vastav vastusevariant kaotati või märgiti teise värviga, et õppija seda uuesti ei valiks. Viimatinimetatud viiele karakteristikule jäeti väärtus omistamata juhul, kui drillprogrammis õppijale vihjet ei pakutud. Kuna uurimuses kasutatud ükski drillprogramm ei pakkunud vihjet animatsiooni abil, jäeti karakteristik '**Vihjeks animatsioon**' edasisest analüüsist välja.

Lisaks elektrooniliste õpikute enesekontrollis summaarset tagasisidet iseloomustavatele karakteristikutele 'Teatatakse õigete vastuste protsent' ja 'Teatatakse vastamiskiirus' analüüsiti drillprogrammide korral karakteristikuid 'Teatatakse skoor' ja 'Vigade liigitus'. Alternatiivskaalal oleva karakteristikule '**Teatatakse skoor**' väärtuseks oli 1 juhul, kui summaarse tagasisidena teatati skoor. Vastasel juhul omistati antud karakteristikule väärtuseks 0. Samuti alternatiivskaalal oleva karakteristikule '**Vigade liigitus**' väärtuseks omistati 1 juhul, kui summaarses tagasisides liigitati sooritatud ülesanded ning nendes tehtud vead esitati eraldi liikide kaupa välja tuues (vt. joonis 3.4) ning 0 juhul, kui õppijale vastavat informatsiooni ei pakutud. Kuna uurimuses kasutatud drillprogrammidest vaid kahes anti summaarne tagasiside ülesande liikide kaupa, jäi karakteristik '**Vigade liigitus**' edasisest analüüsist välja.



Addition: 7 total, 5 correct.
Subtraction: 12 total, 9 correct.
Multiplication: 11 total, 9 correct.
Division: 0 total, 0 correct.

OK

Joonis 3.4. Summaarne tagasiside vigade liikide kaupa.

Õppimine drillimise teel on enamasti õpilaste jaoks tüütu tegevus ning seetõttu kasutatakse õpilaste motiveerimiseks mitmesuguseid preemiaid (Krull, 2000: 187). Alessi ja Trollip (2001: 206) väidavad, et pärast küsimustele edukat vastamist võib pakkuda õpilasele nn. preemiaks või auhinnaks arvutimängu, kuid see meetod on efektiivne vaid sel juhul, kui vastav mäng meeldib õppijale.

Alternatiivskaalal oleva karakteristiku '**Auhind**' väärtuseks oli 1 juhul, kui õpilasele pakuti pärast teatud arvu küsimustele õigesti vastamist või pärast teatud skoori saavutamist auhinda ning 0 juhul, kui auhinda ei pakutud. Antud uurimuses loeti auhinnaks animatsioon, video, väljatrükitav tunnistus, mäng vms.

Analüüsiti ka erinevate võimalike auhindade olemasolu. Karakteristikute '**Auhinnaks animatsioon**' ja '**Auhinnaks mäng**' väärtuseks omistati 1 vastava väite tõesuse korral ning 0 selle mittekehtimise puhul. Neile kahele karakteristikule jäi väärtus omistamata juhul, kui konkreetsetes drillprogrammides õppijale auhinda ei pakutud. Kuna uurimuses kasutatud drillprogrammide puhul "premeeriti" õpilast eduka soorituse eest animatsiooniga kahes ja mänguga samuti kahes drillprogrammis, siis jäid viimatinimetatud kaks karakteristikut edasisest analüüsist välja.

Alternatiivskaalal oleva karakteristiku '**Edetabel**' väärtuseks oli 1 juhul, kui õppijal oli võimalus pääseda pärast edukat ülesannetele vastamist edetabelisse ning 0 juhul, kui sellist võimalust polnud. Edetabelit polnud uurimuses kasutatud üheski drillprogrammis, seega jäeti ka antud karakteristik edasisest analüüsist välja.

3.7. Inglise keele sõnavara ja matemaatika ülesannete karakteristikud

Lisaks drillprogrammi karakteristikutele võis mõjutada õpilaste testitulemusi ka küsimuste komplektide keerukus. Seepärast analüüsiti drillprogrammide küsimustes kasutatud inglise keele sõnavara (9 karakteristikut) ning matemaatika ülesandeid (2 karakteristikut).

Inglise keele drillprogrammide puhul analüüsitud karakteristiku '**Sõnade arv**' väärtuseks omistati arv, mitu uut sõna on vastava drillprogrammi sõnadekomplektis. Uuteks sõnadeks loeti inglise keelsed sõnad, mida õpilased polnud eksperimendis eelnevalt õppinud.

Kuna sõna pikkus on üks sõna keerukuse näitajaid, sest pikemad sõnad sisaldavad enam informatsiooni (Mikk, 2000: 83), siis analüüsiti antud uurimuses ka karakteristikuid 'Keskmine sõnapikkus', 'Minimaalne sõnapikkus', 'Maksimaalne sõnapikkus', 'Liitsõnade arv' ja 'Liitsõnade protsent'. Karakteristikut '**Keskmine sõnapikkus**' mõõdeti tähemärkides. Antud karakteristiku väärtuse leidmiseks liideti konkreetsetes sõnade komplektis olevate kõikide sõnade tähemärkide arv ning jagati sõnade arvuga. Karakteristiku '**Minimaalne**

sõnapikkus’ väärtuseks omistati konkreetse sõnade komplekti kõige lühema sõna pikkus tähemärkides ning karakteristiku **‘Maksimaalne sõnapikkus**’ väärtuseks vastavalt konkreetse sõnade komplekti kõige pikema sõna pikkus tähemärkides. Karakteristiku **‘Liitsõnade arv**’ väärtuseks loendati kõikide liitsõnade arv konkreetsetes sõnade kompleksis ning karakteristiku **‘Liitsõnade protsent**’ väärtuseks jagati liitsõnade arv kõikide sõnade arvuga vastavas sõnade kompleksis.

Teksti uurimused on näidanud, et abstraktset materjali on keerulisem mõista ning meelde jätta (Mikk, 2000: 87). Seepärast loendati igas sõnadekomplektis abstraktsete nimisõnade (tajutamatud nimisõnad) arv, mis omistati karakteristiku **‘Abstraktsete nimisõnade arv**’ väärtuseks. Abstraktsete nimisõnade arvu jagatis kõikide sõnade arvuga vastavas sõnade kompleksis omistati karakteristiku **‘Abstraktsete nimisõnade protsent kõikidest sõnadest**’ väärtuseks ja abstraktsete nimisõnade arvu jagatis kõikide nimisõnade arvuga vastavas sõnade kompleksis omistati karakteristiku **‘Abstraktsete nimisõnade protsent nimisõnadest**’ väärtuseks.

Matemaatika drillprogrammide korral omistati karakteristiku **‘Tehete arv**’ väärtuseks arv, mitut erinevat matemaatilist tehet (liitmine, lahutamine, korrutamine ja jagamine) kasutati vastavas drillprogrammis. Karakteristik **‘Õpitu ülekanne**’ aga näitas, kui võrd on antud teema seotud varem õpitud teemadega (näiteks kolmekohaliste arvude liitmisele eelnenud kahekohaliste arvude liitmine). Vastavat karakteristikut hindasid eksperimentis osalenud koolide õpetajad 4-pallisel skaalal (0 – täiesti uus oskus; 1 – eelnevalt õpituga nõrgalt seotud; 2 – eelnevalt õpituga mõõdukalt seotud; 3 – eelnevalt õpituga tugevalt seotud). Antud karakteristiku väärtuseks omistati õpetajate poolt antud hinnangute mediaan.

§4. VALIMITE KIRJELDUS

Antud uurimuste valimiks olid elektrooniliste õpikute ja drillprogrammide terviklikud teemad. Statistiliselt oluliste korrelatsioonide saamiseks on tarvis uurida mitukümmend erinevat õpitarkvara lõiku. Antud eksperimendi kavandamisel lähtuti õpikute loetavuse eksperimentidest. Vastavalt õpikute keerukuse määramise teooriale (Mikk, 2000: 110) peab õpiku tekstilõikude valikul arvestama esinduslikkust ning ühe eksperimendi tekstilõikude arv peaks olema vähemalt 30. Lisaks on selle meetodi juures valimi valikul oluline jälgida, et karakteristikute väärtuste varieeruvus oleks suur. Väärtuste väikese erinevuse korral ei saa konkreetse karakteristiku mõju välja tuua.

Antud paragrahvis antakse ülevaade eksperimentides kasutatud elektrooniliste õpikute teemadest ja drillprogrammidest. Kuna eksperimendi tulemustele avaldasid kindlasti mõju eksperimentides osalenud õpilased, siis iseloomustatakse käesolevas paragrahvis ka osalenud õpilaskontingenti.

4.1. Elektroonilised õpikud

Esimesse eksperimenti valiti 35 tervikteemat kuuest elektroonilisest õpikust. Neist 5 teemat oli matemaatika elektroonilisest õpikust *Hulgad*, 6 geograafia elektroonilisest õpikust *Eesti geograafia*, 6 emakeele elektroonilisest õpikust *Eesti keele ortograafiakursus*, 6 keemia elektroonilisest õpikust *Keemia õppetükid* ning 12 ajaloo elektroonilistest õpikutest *Euroopa ja Baltimaad XX sajandil* ja *Maaailma ja Eesti ajalugu* (mõlemast 6 teemat).

Antud eksperimendi läbiviimiseks oli vaja leida võimalikult palju elektroonilisi õpikuid ühe konkreetse vanuseastme jaoks ning seetõttu sai valitud vanuseaste, mille jaoks oli kõige enam vastavaliigilist emakeelset õpitarkvara. Valitud elektrooniliste õpikute teemad olid kõik kohased 10. klassi õpilastele ning elektroonilisteks õpikuteks said valitud kõik sellele vanuseastmele sobilikud emakeelsed elektroonilised õpikud, mida oli kasutatud, kasutati või oli plaanis hakata koolides kasutama järgmistel õppeaastatel. Kõik kasutatud elektroonilised õpikud vastasid Anderson-Inman ja Horney (1997; 1999) poolt toodud elektroonilise raamatu kriteeriumidele (vt lk. 24). Eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute ning nendest valitud teemade nimekiri on toodud Lisas 3.

Kuna korrelatsioonanalüüsi läbiviimiseks on vajalik tunnuste suur variatiivsus, olid valitud elektroonilised õpikud ning nende teemad erinevad nii oma teostuselt, kui ka võimalustelt. Monomeediumiks võis lugeda emakeele elektroonilise õpiku *Eesti keele ortograafia* kõiki teemasid ning elektroonilise õpiku *Hulgad* ühte teemat, kus kogu materjal oli esitatud vaid tekstina. Matemaatika elektroonilise õpiku *Hulgad* teiste teemade, ajaloo elektrooniliste

õpikute *Euroopa ja Baltimaad XX sajandil* ja *Maailma ja Eesti ajalugu* ning geograafia elektroonilise õpiku *Eesti geograafia* teemade esituses pakuti teksti ning erinevat staatilist graafikat (skeemid, illustratsioonid, fotod, graafikud, tabelid). Kõige enam oli multimeediumi võimalusi kasutatud keemia elektroonilise õpiku *Keemia õppetükid* teemade teostuses, kus oli kasutatud nii teksti, heli, staatilist graafikat, animatsiooni kui ka videot.

Eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute teemad erinesid nii oma materjali esitamise struktuuri kui ka enesekontrolli võimaluste poolest. Kahes elektroonilises õpikus (*Hulgad* ja *Euroopa ja Baltimaad XX sajandil*) oli omandatav materjal teemades esitatud lineaarselt, kuid õppijatel oli lubatud liikuda ka teistele teemadele, mis olid seotud õpitava teemaga. Näiteks matemaatikas, õppides hulkade ühendit ja ühisosa võis korrata eelnevast teemast hulkade tähistamist. Lingid liikumiseks paiknesid nendes elektroonilistes õpikutes kas paremal pool ekraanil (*Hulgad*) või ekraani ülaservas (*Euroopa ja Baltimaad XX sajandil*).

Keemia õppetükkide teemade puhul oli tegemist hargstruktuuriga õpitarkvaraga, kus õpilane sai valida vastava teema alt hüperlinkidena alateemad talle sobivas järjekorras ning tuntud teemad võis vahele jätta. Hargstruktuuriga olid antud ka *Eesti keele ortograafiakursuse* teemad, kuid seal sai õpilane hüperlinkidega valida või jätta valimata lisanäiteid ning mõningaid abistavaid reegleid. Ka nende kahe elektroonilise õpiku teemade puhul oli õpilasel lubatud liikuda teistele teemadele, et korrata eelnevalt õpitud.

Elektrooniliste õpikute *Maailma ja Eesti ajalugu* ja *Eesti geograafia* korral oli õppematerjal teemas esitatud võrgustikuna. Õppija sai teksti sees olevate hüperlinkide abil navigeerida alateemade vahel või liikuda lisamaterjalile, vaadata fotosid, jooniseid, lugeda internetist ajalehtede artikleid jne. Seejuures olid *Eesti geograafia* teemade korral paljud hüperlingid esitatud piltidena.

Ka eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute poolt pakutud enesekontrolli võimalused olid erinevad. Elektrooniline õpik *Euroopa ja Baltimaad XX sajandil* pakkus enesekontrolliks küsimusi, millele õppija pidi mõttes või paberil vastama. Puudus vastuse sisestamise võimalus ja elektroonilise õpiku enesekontroll ei pakkunud õppijale ka mingit tagasisidet. Teiste eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute enesekontrollid nõudsid vastuse sisestamist, kontrollisid selle õigsust ning andsid õppijale ka tagasisidet.

Elektroonilistes õpikutes *Keemia õppetükid* ja *Eesti keele ortograafiakursus* oli enesekontroll teemasse integreeritud, avanes eraldi hüperlingina ning oli seetõttu õppija jaoks hästi märgatav. Elektrooniliste õpikute *Hulgad* ja *Maailma ja Eesti ajalugu* korral pidi kasutaja vastavalt kas peamenüüst või põhisisukorrast avama spetsiaalse enesekontrolli mooduli ning leidma sealt alt vastava teema enesekontrolli. Elektroonilise õpiku *Eesti geograafia* korral oli kasutajal vaja avada enesekontrolliks spetsiaalne testprogramm *APSTest* ja valida sealt õige test.

4.2. Elektrooniliste õpikute testijad

Elektrooniliste õpikute testijateks olid 54 kümnenda klassi õpilast (21 poissi ja 33 tüdrukut) neljast Eesti koolist. Osalenud õpilaste arv oli piiratud koolide arvutiklasside suurusega, kuna oli vaja kindlustada, et iga õppija saaks individuaalselt arvutiga töötada. Õpilaste osalemine eksperimendis oli vabatahtlik, kuid eksperimendis osaleda nõustunud õpilastest valiti osalejad juhuslikult, nii et õpilaste hulgas oleks esindatud nii tugevad kui ka nõrgad õpilased.

Kuigi kõik eksperimendis osalenud õpilased olid varem arvutit kasutanud, erinesid nad arvutioskuste ja -kasutamise kindluse poolest. Ainult 10% osalenud õpilastest märkis ankeetides, et nende arvutikasutamisioskused on halvad (ükski õpilastest ei hinnanud oma arvutikasutamisioskusi väga halvaks) ja 57% õpilastest, et head või väga head. Ükski õpilastest ei tundnud end ka täiesti ebakindlana arvuteid kasutades, kuid 33% tundsid end arvutitega töötades veidi ebakindlalt (64% tundsid end kas kindlalt või täiesti kindlalt).

Samuti oli osalenud õpilastel erinev suhtumine arvuti kasutamisse õppetöös. Kuigi eksperimendis osalemine oli vabatahtlik, leidis uurimuses osalenud isikute seas siiski õpilasi, kelle suhtumine arvutite kasutamisse õppetöös oli negatiivne (8% osalejatest, seejuures kõik tüdrukud). Positiivse suhtumisega arvutite kasutamisse olid 64% osalejatest.

4.3. Drillprogrammid

Teise eksperimendi läbiviimiseks oli vaja leida võimalikult palju drillprogramme ühe konkreetse vanuseastme jaoks. Kuna drillprogramme kasutatakse just algklassides ning Eesti koolisüsteemis on esimese kooliastme lõpus kõige enam vajalik uute oskuste omandamine (matemaatikas korrutustabel, alustatakse inglise keele kui esimese võõrkeelega), sai vanuseastmeks valitud 3. klass.

Drillprogrammide eksperimendis kasutati 34 teemat 27 erinevast õpi-programmist. Neist 15 teemat oli matemaatikast ja 19 sõnade komplekti inglise keelest. Nii matemaatika kui ka inglise keele drillprogrammide korral kasutati eksperimendis jaos- või vabavara õpiprogramme (jaosvara (*shareware*) – tarkvara, mida võib teatud perioodi vältel tasuta kasutada, vabavara (*freeware*) – tasuta kasutamiseks mõeldud tarkvara).

Drillprogrammide valikul lähtuti järgmistest kriteeriumitest:

- 1) Teema peab vastama eesti kooli 3. klassi ainekavale.
- 2) 3. klassi alguseks ei tohi harjutatav teema olla õpilastel täielikult omandatud (näiteks ühekohaliste arvude liitmine-lahutamine peaks olema 3. klassi alguseks juba omandatud automaatsuse tasemel ja seepärast seda teemat ei saa katsesse valida).

- 3) Inglise keelne kasutajaliides ei tohi segada drillprogrammi mõistmist ja sellega toimetulekut.
- 4) Õppetund peab olema omandatav keskmistel õpilastel 15 minuti jooksul. Nimelt soovitatakse drillprogrammidega korraga töötada vaid piiratud aja vältel (Van Scoter jt., 2001) ning Alessi ja Trollip (2001: 196) väidavad, et drillprogrammidega harjutamise sessioonid peavad olema ligikaudu 15 minutilised, et vältida õppijates tüdimuse tekkimist.

Alessi ja Trollip (2001: 200) soovitavad, et kui automaatsus soovitakse saavutada 15 minutiga, siis peaks olema keeleõppe drillprogrammide ühes sõnadekomplektis 10–20 sõna. Antud eksperimendis kasutatud inglise keele drillprogrammide sõnadekomplektides oli 10–13 uut sõna. Mõnedes drillprogrammide sõnadekomplektides oli uute sõnade hulka lülitatud ka varemõpitud sõnu, nii et inglise keele drillprogrammide sõnadekomplektides võis olla 10–16 erinevat sõna.

Matemaatika drillprogrammide puhul arvestati veel, et õpetus toimuks sarnaselt eesti koolides antavate oskustega (näiteks Suurbritannias toimub kirjalik jagamine teise süsteemi järgi). Eksperimendis kasutatud drillprogrammide ja teemade nimekiri on toodud Lisas 4.

Kuna korrelatsioonanalüüs eeldab tunnuste suurt varieeruvust, siis valitud drillprogrammid erinesid oma kujunduselt, info esitamise ja kasutatud meedialiikide poolest. Oli drillprogramme, mis täitsid terve ekraani (*Calcul, Numbers Game, APSTest, Lsphonics, My Friend, LinguaLand*), kui ka suhteliselt väikesesse aknasse avanevaid õpiprogramme (näiteks *Flashcard*, mis kasutas vaid 11% 15-tollise CRT kuvari pinnast).

Ainult tekstilist esitust kasutati vaid ühes drillprogrammis – *APSTesti* testis *DrillS*. Kahe meedialiigi abil esitasid materjali õpiprogrammid *M2Math Tutor, Wind-O-Math, APSTesti* testid *DrillP* ja *DrillSP* (teksti ning staatilise graafikaga), *Flashcard* ja *spquiz* (teksti ja heliga). Enamus eksperimendis kasutatud drillprogrammidest pakkusid kolme meedialiigi (teksti, staatilise graafika ja heli) kombinatsiooni – *Animated Arithmetics, Arithme Tick-Tack-Toe, Calcul, Hayley's Tables, MathFlash12 Multiplication, Numbers Game, Multiplication Facts, KidsP, Lsphonic, Rosetta Stone, Spelling bee*. Kõige enam kasutasid aga multimeediumi võimalusi drillprogramm *Kid Genius*, mis esitas materjali nii teksti, staatilise graafika, video kui ka helina, ja drillprogrammid *Animated Clock, Mathbee, OnTarget, Ewords, Hjmm1, Lingualand, LivingWords, My Friend, Spelling*, kus materjal edastati teksti, staatilise ja animeeritud graafika ning heli abil.

Valitud drillprogrammid pakkusid erinevaid võimalusi nii küsimuste esitamiseks, vastamiseks kui ka tagasisideks. Mõnedes drillprogrammides (*Arithme Tick-Tack-Toe, MatFlash, Numbers Game, OnTarget, Multiplication Facts, LinguaLand, Spelling*) oli õpilase jaoks vastamise aeg piiratud. 23 õpiprogrammi teemat (68%) võimaldasid vastamist klaviatuuriga ja 19 teema korral (56%) sai vastamiseks kasutada hiirt.

Kõik kasutatud drillprogrammid pakkusid kohest tagasisidet. Ka tagasisideks kasutati erinevaid meedia võimalusi. Vaid ühe meedialiigi abil andsid tagasisidet 6 õpiprogrammi: *MathFlash12* (graafikaga), *APSTest* (tekstiga), *Hjmm1* (animatsiooniga), *KidsP*, *Lsphonic* ja *Spelling* (heliga). Kuna kahe erineva meedia abil antav tagasiside on kasutaja poolt paremini märgatav, siis enamus eksperimendis kasutatud drillprogrammidest (18 õpiprogrammi) pakkusidki kahe meediaga tagasisidet: *M2Math Tutor*, *Wind-O-Math* (teksti ja staatilise graafikaga) *Flashcard*, *Hayley's Tables*, *Multiplication*, *Multiplication Facts*, *Spelling bee*, *spquiz* (teksti ja heliga), *Animated Arithmetics*, *Arithme Tick-Tack-Toe*, *Rosetta Stone* (staatilise graafika ja heliga), *Mathbee*, *OnTarget*, *Ewords*, *Kid Genius*, *LinguaLand*, *LivingWords* ja *My Friend* (animatsiooni ja heliga). Kolmes drillprogrammis anti aga tagasiside koguni kolme erineva meedialiigi vahendusel: *Animated Clock* (staatiline ja animeeritud graafika ning heli), *Calcul* ja *Numbers Game* (tekst, staatiline graafika ja heli). 18 drillprogrammi teemat (53%) andsid korrektiivse tagasiside ja 21 teemat (62%) näitasid kasutajale tema skoori.

18 drillprogrammi lubasid vale vastuse korral samale küsimusele uuesti vastata. Mõned drillprogrammid lubasid uuesti proovida vaid 2–3 korral (*Numbers Game* ja *Spelling 2* korda, *LivingWords* 3 korda), 8 drillprogrammi (*Animated Arithmetics*, *Animated Clock*, *Calcul*, *Hayley's Tables*, *Multiplication*, *Kid Genius*, *KidsP* ja *Spelling bee*) aga lubasid ühele küsimusele vastata lõputult. 14 drillprogrammi teemat (41%) pakkusid vale vastuse korral kasutajale ka juhendit või vihjet (näiteks matemaatika korrutustabelit või valikvastuse korral valitud vale vastuse kaotamist, et seda uuesti kasutada ei saaks). 10 õpiprogrammi premeerisid kasutajat ülesannete eduka sooritamise eest mõne auhinnaga, milleks võis olla lihtsalt heli ja pilt (*Hayley's Tables*, *Spelling*) või animatsioon (*Animated Clock*, *OnTarget*, *LivingWords*), väljatrükitav tunnistus (*Multiplication*), trükitav medal (*Multiplication Facts*), mänguraha dinodollar (*Ewords*) või mäng (*Animated Arithmetics*, *Numbers Game*).

4.4. Drillprogrammide testijad

Drillprogrammide testijateks olid 80 õpilast (37 poissi ja 43 tüdrukut) neljast Eesti koolist. Ka selles eksperimendis oli õpilaste osalemine vabatahtlik, lisaks laste nõusolekule küsiti aga antud eksperimendis lapsevanemate nõusolekut. Kahe kooli korral osales eksperimendis terve klass, ühe kooli korral inglise keele õpperühm ja ühe kooli korral tuli arvutiklassi suuruse tõttu teha õpilastest valik. Valik tehti juhuslikult, nii et õpilaste hulgas oleks esindatud nii poisid-tüdrukud, kui ka tugevad ja nõrgad õpilased.

Eksperimendis osalenud õpilastest 75 (94%) olid varem arvutit kasutanud ja 56 (70%) õpilast olid varem arvutit kasutanud koolitunnis. 40-l õpilasel (50%) oli koduarvuti ja väljapool kooli (lisaks kodus arvutikasutamisele vanemate töö või sõprade pool) sai arvutit kasutada 50 (63%) eksperimendis osalenud

õpilastest. Matemaatika õppimisel (kas kodus või koolis) oli arvutit kasutanud 36 ja inglise keele õppimisel (kodus) 12 õpilast. Asjaolu, et matemaatika õppimisel oli arvuti abi kasutanud 3 korda enam eksperimendis osalenud õpilastest võrreldes inglise keele õppimisega, on tingitud eksperimendis osalenud koolide õppekavadest, kus inglise keel hakkab alles kolmandast klassist.

57 eksperimendis osalenud õpilast (71%) arvas, et arvuti saab aidata matemaatika õppimisel ja mõnevõrra väiksem oli nende õpilaste arv, kes soovisid ise arvuti abil matemaatikat õppida (53 õpilast – 66%). Samas aga 50 õpilast (63%) arvasid arvutist olevat abi inglise keele õppimisel ning 59 (74%) õpilastest soovisid arvuti abil õppida inglise keelt.

Ka drillprogrammide eksperimendis osalenud õpilased erinesid oma arvutioskuste, arvutikasutamise kindluse ja arvutikasutamisse suhtumise poolest. Oma arvutioskused hindas väga heaks 15 (19%) ja headeks 40 (50%) õpilastest. Üks õpilane hindas oma arvutioskusi 'väga halvaks' ja 10 õpilast (13%) halbadeks. Kõige enam valmistas õpilastele raskusi arvuti teadete mõistmine (mediaan 3), kõige kõrgemaks hindasid eksperimendis osalenud õpilased aga oma arvuti-alaseid oskusi arvuti sisse-väljalülitamise ja arvutis joonistamise osas (mediaanid mõlemal juhul 5).

End täiesti kindlalt arvuti ees tundsid enne eksperimenti 30 (38%) ja enam-vähem kindlalt 13 (16%) eksperimendis osalenud õpilast. Üks õpilane kirjutas, et ta tunneb end arvuti ees täiesti ebakindlalt ja 10 õpilast (13%) andsid oma arvutikindlusele hinnangu 'veidi ebakindlalt'.

Enamikule osalenud õpilastest meeldis arvuti kasutamine nii koolis kui ka kodus väga (vt. tabel 2.2). Seejuures on loomulik, et arvutiga mängida meeldis algklassi lastele enam kui õppida. Huvitava tulemusena aga ilmnes, et arvutiga koolis õppida meeldis lastele mõnevõrra enam, kui koduarvuti kasutamine õppimise eesmärgil.

Tabel 2.2. Arvutikasutamise meeldivus drillprogrammide eksperimendis osalenud õpilaste seas.

	Arvuti kasutamine üldse		Arvuti kasutamine mängimiseks		Arvuti kasutamine koolis õppimisel		Arvuti kasutamine kodus õppimisel	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Ei meeldi üldse (1)	0	0	0	0	0	0	6	7,5
Ei meeldi eriti (2)	2	2,5	0	0	6	7,5	6	7,5
Ei oska öelda (3)	7	8,75	2	2,5	13	16,25	13	16,25
Meeldib (4)	11	13,75	9	11,25	27	33,75	24	30
Meeldib väga (5)	60	75	69	86,25	34	42,5	31	38,75
Mediaan	5		5		4		4	

§ 5. MÕÕTEVAHENDID JA INSTRUMENDID

5.1. Elektrooniliste õpikute eksperimendi mõõtevahendid ja instrumendid

Et kõikides elektrooniliste õpikute eksperimendis osalevates koolides toimuks katse samades tingimustes, koostati täpsed **juhendid** nii õpetajatele kui ka õpilastele. Õpetajatele mõeldud juhendites oli kirjas töökorraldus – millist teemat konkreetsest elektroonilisest õpikust õpitakse, millal jagada õpilastele eeltestid, millal järelestid ja ankeedid, milliseid materjale lubatakse õpilastel eksperimendi ajal kasutada, millised on piirangud õpilaste omavahelisele suhtlemisele ning suhtlemisele õpetajaga katse ajal jne. Õpetaja juhendi näidis on toodud Lisas 5. Enne eksperimendi algust toimus ka osalevate õpetajate suuline instrueerimine töö autori poolt.

Õpilastele mõeldud tööjuhendites oli kirjas nii eksperimenti puudutav informatsioon (millal täita teste, millal ankeet, mis on lubatud ja mis keelatud eksperimendi ajal) kui ka konkreetne õppeülesanne. Lisaks anti õpilastele täpsed juhendid, kuidas pääseb vastava teema juurde elektroonilises õpikus. Õpilase tööjuhendi näidis on toodud Lisas 6.

Elektrooniliste õpikute eksperimendi **testid** (iga elektroonilise õpiku ühe teema kohta on toodud test Lisas 7) koostati kahes võrdse keerukusega variandis vastava aine tegevõpetajate (ekspertide) poolt. Üks aineõpetaja koostas testi ning teine sama aine õpetaja kontrollis, kas vastava elektroonilise õpiku korral on võimalik esitatud küsimustele vastata. Samuti tegi teine õpetaja parandusi ja täiendusi küsimuste osas (näiteks soovitas asendada mõne küsimuse). Õpetajad töötasid teineteisest sõltumatult. Seejärel näidati parandatud ja täiendatud testi veelkord testi algselt koostanud õpetajale ning vajadusel tehti veel parandusi. Test loeti korrektseks juhul, kui kumbki õpetaja enam parandusi ega täiendusi ei teinud.

Ekspirimendis osalenud õpilane täitis ühe koostatud variantidest enne ja teise pärast teema läbimist. Õpilased, kes said enne elektroonilise õpiku konkreetse teema juurde asumist testi esimese variandi, täitsid pärast materjali omandamist teise variandi ja vastupidi.

Iga test sisaldas nii faktiteadmisi kui ka analüüsi või põhjendusi nõudvaid küsimusi. Vastavalt Bloomi' õppe-eesmärkide taksonoomiale (Krull, 2000: 51–55) mõõdeti testidega õppimise tulemusi neljas esimeses kategoorias (teadmine, mõistmine, rakendamine ja analüüs). Teadmist mõõtvates küsimustes pidid õpilased suutma meenutada õppematerjalis esitatud konkreetset informatsiooni. Mõistmist mõõtvates küsimustes tuli õpilastel tõlgendada informatsiooni või lahendada tüüpülesanne. Rakendamist nõudvates küsimustes pidid õpilased kasutama omandatud teadmisi uutes situatsioonides ning analüüsi nõudvates

küsimustes tuli õpilasel enamasti tuua välja mingi olukorra või sündmuse põhjused.

Ka küsimuste liigid oli erinevad – ühes testis kasutati nii valikvariantidega, liigitus- ja/või sobitamis- kui ka vabavastuselisi küsimusi. Ühe testi mõlemad variandid sisaldasid samu küsimuste liike ja mõõtsid samu õppe-eesmärke.

Testide küsimused olid erineva raskusega ning sellest sõltuvalt andsid ka erineva arvu punkte. Erinevat arvutusvalemit punktide arvutamiseks kasutati tõene/väär ja valikvastustega küsimuste korral, kus valede vastuste eest võeti kogu punktisummast punktiosa maha vastavalt vastuse ära arvamise tõenäosusele.

$$P_v = \frac{1}{k - 1} \quad (\text{valem 1})$$

P_v on valemis (1) punkte valesti vastatud küsimuse eest ja k – antud küsimuse vastusevariantide arv.

Kuna erinevate testide eest oli võimalik saada erinev arv punkte (minimaalne punktide arv 12 ja maksimaalne 34), siis arvutati kõikide testide korral testi tulemus protsendina (mitu protsenti oli õpilase tulemus maksimaalsest võimalikust tulemusest).

Head õpitulemused ei garanteeri õpilaste positiivset hoiakut vastava õpitarkvara suhtes (Lee, 1999). Õppematerjali omandamise efektiivsus võib sõltuda ka õpilase õpitarkvara kasutamise strateegiast. Seetõttu kasutati eksperimendis õpilastele jagatud **ankeete**. Õpilaste ankeet on toodud Lisas 8. Õpilaste ankeedid koosnesid kolmest osast. Esimeses osas paluti õpilastel hinnata 10-palli skaalal konkreetset elektroonilist õpikut seitsmest aspektist. Ankeedi teises osas küsiti andmeid konkreetse elektroonilise õpiku käsitlemise kohta – kas ja kuidas kasutasid õpilased antud teema korral hüperlinke, kas nad kasutasid teema omandamiseks enesekontrolli ja kas nad vajasid elektroonilise õpiku käsitlemiseks õpetaja abi. Õpilaste ankeedi kolmandas osas püüti selgitada õpilaste eelistusi võrreldes õppimist konkreetse elektroonilise õpiku teema abil traditsiooniliste õppemeetoditega.

Ekspirimendi mõju õpilaste arvutioskusele, arvutikindlusele ja suhtumisele arvuti kasutamisse õppetöös püüti välja selgitada lõppankeediga, mis jagati õpilastele pärast eksperimendi lõppu. Selles ankeedis paluti ka õpilaste hinnanguid kasutatud elektrooniliste õpikute teksti, graafika ja interaktiivsuse kohta ning paluti kirjutada, milliseid elektroonilisi õpikuid eksperimendis kasutatutest nad sooviksid edaspidigi õppetöös kasutada. Lõppankeet õpilastele on toodud Lisas 9.

5.2. Drillprogrammide eksperimendi mõõtevahendid ja instrumendid

Drillprogrammide eksperimendi läbiviimiseks koostati **üldjuhend** õpetajatele eksperimendi korralduse kohta. Juhendis selgitati õpetajatele, kuidas eksperimenti läbi viia nii matemaatikas kui ka inglise keeles. Üldjuhendis oli kirjas iga eksperimentaaltunni täpne kirjeldus nii õpilase kui ka õpetaja vaatekohast. Drillprogrammide eksperimendi üldjuhend on toodud Lisas 10. Lisaks instrueriti kõiki drillprogrammide eksperimendis osalenud õpetajaid suuliselt töö autori poolt.

Eksperimendi töökorraldus nägi ette, et õpetaja aitab õpilastel avada vastava drillprogrammi ja leida üles harjutatav matemaatiline operatsioon või inglise keele sõnade komplekt. Kuna aga enamik eksperimendis kasutatud drillprogrammidest olid inglise keelsed, siis koostati iga programmi teema kohta õpetajatele täpsed õpiprogrammi kuvapiltidega **juhendid** – kuidas siseneda drillprogrammi, milliste nuppude või ikoonide alt leida harjutatav materjal, kuidas väljuda õpiprogrammist. Õpetaja juhendite näited on toodud Lisas 11.

Drillprogrammide eksperimendi **testid** koostati koostöös klassiõpetajatega kahes võrdse raskusega variandis. Näited ühest matemaatika ja ühest inglise keele testist on toodud Lisas 12. Drillprogrammide eksperimendis kasutatud testid mõõtsid vastavalt Bloomi' taksonoomiale teadmise taset (suutlikkust meenutada informatsiooni). Analoogiliselt elektrooniliste õpikute eksperimendis kasutatud testidega, koostati ka drillprogrammide eksperimendis kasutatud testid kahe sõltumatu õpetaja poolt. Üks õpetaja koostas testi ning teine kontrollis, tegi parandusi ja täiendusi.

Mõlemad inglise keele testide variandid sisaldasid võrdset sõnu ning võrdse keerukuse tagamiseks arvestati ka sõnade pikkust, sarnasust eesti keelele ning nimisõnade abstraktsust. Inglise keele testides kontrolliti sõnade tõlkimiskust nii eesti keelest inglise keelde kui ka inglise keelest eesti keelde. Iga matemaatika test koosnes 20 ülesandest. Et tagada variantide võrdset keerukust, arvestati erinevate matemaatiliste operatsioonide keerukust (näiteks liitmise puhul, et mõlemas variandis oleks võrdset üleminekuga ja üleminekuta liitmisi).

Sarnaselt elektrooniliste õpikute eksperimendiga sooviti drillprogrammide eksperimendi korral selgitada õpilaste eelistusi ning arvamusi valitud õpiprogrammide osas. Sellel eesmärgil koostati ankeedid õpilastele, mis täideti pärast tööd vastava drillprogrammiga. Õpilase ankeet on toodud Lisas 13.

Õpilaste ankeedi esimeses osas paluti hinnanguid 10-palli süsteemis üheksale drillprogrammi iseloomustavale aspektile. Ankeedi teine osa koosnes kümnest küsimusest, mida õpilased hindasid 3-pallisel Likert skaalal. Ankeedi kolmandas osas said õpilased vabas vormis kirja panna, kas nad eelistaks konkreetsete oskuste harjutamist õpetaja juhatusel või konkreetse drill-

programmi abil ja miks ning, mis oli nende arvates selles konkreetsetes drill-programmis kõige huvitavam, kõige toredam või kõige lõbusam.

Õpilaste suhtumiste ja oskuste mõõtmiseks ning pikaajalise eksperimendi käigus toimunud muutuste selgitamiseks kasutati antud eksperimendis eel- ja lõppankeete. Eelankeedid täitsid õpilased enne eksperimenti ja õpilase eelankeet on toodud Lisas 14. Eelankeedis püüti saada õpilastelt andmeid nende varasema arvutikasutamisoskuse, arvutikasutamise võimaluste ja meeldivuse, arvutiga töötamise kindlustunde ja erinevate arvutikasutusoskuste kohta. Samuti paluti õpilaste arvamust, kas nad soovivad õppida arvuti abil inglise keelt ja matemaatikat, kuivõrd meeldib neile vastata klassi ees ja kuidas nad suhtuvad ebaõnnestumistesse.

Sooviti leida ka eksperimendi vältel toimunud muutusi õpilaste suhtumistes ja arusaamades. Selleks täitsid õpilased pärast eksperimendi lõppu lõppankeedid. Õpilase lõppankeedid on toodud Lisas 15. Ka lõppankeedis hindasid õpilased arvuti kasutamise meeldivust, arvutikasutamisoskusi, klassi ees vastamise meeldivust ja ebaõnnestumiste kartust. Samuti paluti õpilastel hinnata muutusi oma arvutikasutusoskustes ja kindlustundes arvutit kasutades. Lisaks märkisid õpilased, kas nad soovivad edaspidigi kasutada arvutit matemaatika, inglise keele või ka teiste õppeainete õppimisel.

Kõik drillprogrammide eksperimendis kasutatavad instrumendid (testid ja ankeedid) olid kontrollitud pilootkatse käigus. Pilootkatse toimus aprillis-mais 2002 ning pilootkatse abil püüti kindlustada, et ankeediküsimused oleks algklassi õpilastele korrektselt mõistetavad ning kontrolliti, kas algklassi lapsed saavad hakkama drillprogrammidega, mille kasutajaliides on inglise keelne. Pilootkatses kasutati kahte matemaatika drillprogrammi (*Numbers Game* ja *Matike*) ning nelja inglise keele sõnade komplekti (*Spelling*, *KidsP* ja kaks drillprogrammist *LinguaLand*).

Pilootkatses osalenud õpilased said ankeedid, kus igale küsimusele oli lisatud tühi rida kommentaari jaoks. Õpilased kirjutasid sellele reale, kuidas nad said aru küsimusest ja, mis neile raskusi tekitas. Lisaks said õpilased ankeetide täitmise ajal küsida abi oma õpetajalt. Ka kõik sellised õpilastepoolsed küsimused märkis pilootkatses osalenud õpetaja üles. Pilootkatse põhjal tehtud parandused-täiendused võeti arvesse drillprogrammide eksperimendi ankeetides.

§6. ANDMEANALÜÜSI MEETODID

Andmete töötlemiseks kasutati mõlemas läbiviidud eksperimendis statistika-pakette *SPSS 11.5 for Windows* ja *Statistica 6.1*.

6.1. Õpitarkvara efektiivsete karakteristikute andmeanalüüsi meetodid

Õpitarkvara efektiivsete karakteristikute väljaselgitamiseks kasutati andmeanalüüsi meetodikat, mis on välja töötatud ja kasutatud õpiku-uurijate poolt (Mikk, 2000). Sellist andmeanalüüsi on teadlased kasutanud uurimaks, millised õpiku karakteristikud soodustavad ja millised raskendavad loetust arusaamist.

Andmeanalüüsiks arvatati kõikide eksperimendis osalenud õpilaste keskmine testitulemus (nii eel- kui ka järeltest) ühe teema kohta. Selline lähenemine aitas elimineerida üksikõpilase võimekuse ja ettevalmistatuse mõju, sest kõik eksperimentides osalenud õpilased töötasid kõikide eksperimendiks valitud teemadega. Seega elektrooniliste õpikute puhul leiti iga teema kohta 54 õpilase keskmised testide (eel- ja järeltest) tulemused ning drillprogrammide puhul arvatati iga teema kohta 80 õpilase keskmine eel- ja järeltesti tulemus.

Mõlemas uurimuses ilmnis statistiliselt oluline ning tugev positiivne seos eel- ja järeltesti tulemuste vahel. Teemade korral, kus oli kõrgem eelteadmiste tase, saadi ka paremaid tulemusi järeltestis. Antud eksperimentides taheti aga selgitada, millised karakteristikud on õppimise seisukohalt efektiivsed (annavad teadmisi juurde), seega oli vaja eelteadmiste tase erinevate teemade korral ühtlustada. Selleks kasutati kovariatsioonanalüüsi. Arvatati korrigeeritud järeltesti tulemused, kus faktoriks oli võetud teema ja kovariandiks eeltesti tulemus. Korrigeeritud järeltestide tulemused näitavad, millise tulemuse oleks saanud õpilased juhul kui eeltestide tulemused oleks olnud kõikide teemade korral võrdsed. Selline analüüs võimaldas arvestada ka eelteadmiste taset.

Selgitamiseks poiste-tüdrukute ning akadeemiliselt edukate-vähemedukate õpilaste jaoks efektiivseid õpitarkvara karakteristikuid arvatati analoogiliselt poiste-tüdrukute ja akadeemiliselt edukate-vähemedukate õpilaste keskmised eel- ja järeltestide tulemused ühe teema kohta. Eelteadmiste taseme arvestamiseks kasutati jällegi kovariatsioonanalüüsi (faktoriks teema ja kovariandiks eeltesti tulemus), mille abil arvatati korrigeeritud järeltestide tulemused poiste-tüdrukute ja akadeemiliselt edukate-vähemedukate õpilaste korral. Katses osalenud õpilaste võimete järgi jaotamiseks ei kasutatud koolihindeid ega õpetajate hinnanguid, vaid eksperimendi testide tulemusi. Täpne õpilaste akadeemiliselt edukateks ja vähemedukateks õpilasteks jaotamise meetodika on toodud vastavalt kolmanda ja neljanda peatüki neljandate paragrahvide alguses.

Saadud keskmised korrigeeritud järeldestide (kõikide õpilaste, poiste, tüdrukute, akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste) tulemused seati vastavusse konkreetse teema esituse karakteristikute väärtustega ning arvatuti astakkorrelatsioonid testide tulemuste ja kõikide karakteristikute väärtuste vahel. Õpitarkvara efektiivsete karakteristikute väljaselgitamiseks kasutati Spearmani astakkorrelatsiooni, kuna paljud kasutatud karakteristikutest asusid järjestik-skaalal. Intervallskaalal olevate karakteristikute korral oleks saanud kasutada ka lineaarkorrelatsiooni, kuid kuna sellisel juhul langevad lineaar- ja astakkorrelatsioon enamasti kokku, siis piirduti kõikide karakteristikute puhul Spearmani astakkorrelatsiooniga.

Korrelatsioonikoefitsient testi tulemuse ja õpitarkvara karakteristikute vahel näitab, kas vastava karakteristiku ja testi tulemuse vahel on statistiliselt oluline seos. Samuti näitab see, kui tugevalt ja mis suunaliselt konkreetne karakteristik seostub vastavat liiki õpitarkvara abil saavutatud õpitulemusega. Statistiliselt olulise korrelatsiooni andnud karakteristikut loetakse antud töös efektiivseks karakteristikuks.

Korrelatsioonanalüüs sobib õpitarkvara efektiivsete karakteristikute välja-selgitamiseks ka seetõttu, et võimalikke karakteristikuid, mis võivad olla seotud õpitulemusega, on palju. Samuti selgub korrelatsioonanalüüsi põhjal karakteristikute omavaheline mõju. Karakteristikute omavahelise mõju (multikollineaarsuse) selgitamiseks arvatuti korrelatsioonid ka iga efektiivse karakteristiku ja teiste karakteristikute vahel.

Nominaalskaalal olevate tunnuste (sõnaliste tunnuste) mõju korrigeeritud järeldestide tulemusele kontrolliti dispersioonanalüüsiga. Statistiliselt oluliselt erinevate rühmade väljaselgitamiseks kasutati *Tukey post hoc* testi.

Ilmnunud statistiliselt olulised seosed võivad olla tingitud ka eksperimentides osalenud konkreetsete õpilaskontingentide või õpitarkvara kasutamise iseärasustest. Seepärast leiti lisaks seosed õpitarkvara karakteristikute ja õpilaste hinnangute, arvamuste ning õpitarkvara kasutamise strateegiate vahel. Seoste näitajatena kasutati vastavalt õpilaste ankeetides olnud küsimustele kas lineaar-korrelatsiooni- või astakkorrelatsiooni koefitsiente.

6.2. Võrdlusmeetodid

Võrdlemaks testide tulemusi erinevate õppeainete korral ja õpilaskontingentide iseloomustamiseks ning saadud tulemuste analüüsimiseks kasutati läbiviidud eksperimentides ka erinevaid võrdlusmeetodeid.

Mõlemas eksperimentis kasutati õpitarkvara erinevatest õppeainetest. Esimeses eksperimentis võrreldi dispersioonanalüüsiga testide tulemusi erinevate elektrooniliste õpikute korral. Statistiliselt erinevad rühmad selgitati välja *Tukey post hoc* testiga. Kuna drillprogrammide korral oli tegemist kahe erineva õppeainega, siis võrreldi matemaatika ning inglise keele õpiprogrammide tulemuste erinevusi t-testiga.

Uurimustes vaadeldi ka erinevate õpilaskontingentide (poiste-tüdrukute ja akadeemiliselt edukate-vähemedukate õpilaste) jaoks efektiivseid karakteristiku-
kuid. Võrdlemaks, kas poisid või tüdrukud, kas akadeemiliselt edukad või vähemedukad õpilased sooritasid teste statistiliselt oluliselt paremini, kasutati t-
testi. Levenne testi rakendati kontrollimaks erinevate õpilaskontingentide testi-
tulemuste varieeruvuse statistiliselt olulist erinevust (näitamaks kumb kontin-
gent sooritas testi ühtlasema tasemega). Leidmaks poiste-tüdrukute ja aka-
deemiliselt edukate-vähemedukate õpilaste keskmiste korrigeeritud järeltesti-
tulemuste ja õpitarkvara karakteristikute vaheliste korrelatsioonikoefitsientide
statistiliselt olulist erinevust, kasutati olulisuse analüüsi (*power analysis*).

Uurimustes kasutati lisaks testidele ka ankeete, mille abil püüti saada
informatsiooni õpilaste õpiprogrammi kasutuse kohta, samuti õpilaste hinnan-
gud nende arvutikasutusoskustele, kindlustundele arvuti ees jms. Nende õpi-
laste poolt Likert skaalal antud hinnangute võrdlemiseks erinevate õpilaskontin-
gentide (poisid-tüdrukud, akadeemiliselt edukad-vähemedukad õpilased) korral
kasutati mitteparameetrist Mann-Whitney U-testi. Wilcoxon testi abil võrreldi
ühe õpilaskontingendi erinevaid hinnanguid – näiteks drillprogrammide eksperim-
endis osalenud õpilaste hinnanguid erinevatele arvutikasutusoskustele.

6.3. Uurimismetoodika valiidsus ja reliiablus

Valiidsus (*validity*) tähistab meetoodika kehtivust või adekvaatsust. Valiidsus
näitab, missugusel määral mõõdab meetoodika seda, mille mõõtmiseks on ta ette
nähtud (Käärik, 2004). Testide puhul on kõige olulisem sisuline valiidsus, mis
toetub eksperthinnangutele (Mikk, 2002: 74).

Antud eksperimentides kindlustati kasutatud testide sisuline valiidsus kasu-
tades testide koostamisel kahe sõltumatu õpetaja (eksperdi) abi. Vastavate ainete
õpetajatest üks koostas testid ning teine kontrollis, et test mõõdaks õppe-ees-
märkideks seatud õppimise tulemusi. Lisaks kontrolliti nii vastavate aineõpetaja-
jate kui ka ühe õpilase poolt, kas konkreetse elektroonilise õpiku teema poolt
pakutava informatsiooni abil on võimalik kõikidele testides esitatud küsimustele
vastata. Ka drillprogrammide eksperimendis kontrolliti, kas konkreetne drill-
programm aitab õpilastel harjutada just neid oskusi, mida küsiti vastavas testis.

Ankeedi valiidsus tähendab, et küsimuste vastused mõõdavad seda aspekti,
mida nendega mõõta plaaniti. Kuna ka ankeetküsitluste puhul kasutatakse va-
liidsuse tagamiseks kõige enam eksperthinnanguid (Mikk, 2000: 43), kontrolli-
sid antud eksperimentides õpilastele jagatud ankeetide sisulist valiidsust eksper-
did. Elektrooniliste õpikute eksperimendis olid ekspertideks gümnaasiumi aine-
õpetaja, gümnaasiumi arvutiõpetaja ja kevadel 10. klassi lõpetanud (ankeete
koostati suvevaheajal) õpilane. Drillprogrammide eksperimendis valiti eksperti-
deks algklasside õpetaja, algklasside arvutiõpetaja ja kevadel 2. klassi lõpetanud
(ankeete koostati suvevaheajal) õpilane. Erilist tähelepanu pöörati ankeetides
kasutatavatele terminitele, et kõik küsimused oleks õpilastele üheselt mõistetavad.

Ankeedi küsimuste mõistetavuse kindlustamiseks toimus ka mõlema eksperimendi korral uurimuses osalevate õpetajate (kõikide aineõpetajate ja arvutiõpetaja) instrueerimine. Viies uurimuses osalenud koolidesse eksperimendi materjale, selgitati üksikasjalikult kõiki ankeetide küsimusi ja vastusevariante.

Reliaablus (*reliability*) näitab, milline osa testitulemuste dispersioonist on tingitud mõõdetavast suuruselt ehk kui hästi langevad kokku kordusmõõtmiste tulemused (Mikk, 2002: 69). Reliaabluse all mõistetakse nii kasutatava metoodika sisemist kooskõla, kui ka metoodika stabiilsust, mille määramiseks viiakse läbi sama metoodikaga uurimused erinevatel kontingentidel. Sisemist kooskõla mõõdetakse testiülesannete diagnoosiva väärtusega mida mõõdetakse sageli Cronbachi α abil. (Käärrik, 2004).

Testide reliaabluse (sisemise kooskõla) määramiseks arvatud Cronbachi α varieerus elektrooniliste õpikute eksperimendis kasutatud testide puhul 0,72–0,84. Drillprogrammide eksperimendis kasutatud testide reliaablus (Cronbachi α) oli 0,77–0,86.

Arvutati ka Cronbachi α ankeetides antud hinnangute puhul. Õpilaste ankeetides elektrooniliste õpikute teemadele antud hinnangute reliaablus oli 0,88 ja drillprogrammidele antud hinnangute reliaabluse määramiseks arvatud Cronbachi α oli 0,91.

Metoodika stabiilsuse näitaja leidmiseks kasutati järgmist protseduuri. Eksperimendis osalenud õpilased pandi iga kooli puhul tähestikulisse järjekorda. Selle järjestuse alusel jagati eksperimendis osalenud õpilased kahte rühma (paarisarvulise järjekorranumbriga õpilased ja paaritarvulise järjekorranumbriga õpilased). Kummagi rühma puhul arvutati õpilaste keskmised testide tulemused (nii eel- kui ka järeltest) ühe teema kohta ning kasutades kovariatsioonanalüüsi leiti ka korrigeeritud järeltestide tulemused mõlemal rühmal. Seejärel leiti kahe rühma eeltestide, järeltestide ning korrigeeritud järeltestide tulemuste vahelised seosed.

Elektrooniliste õpikute eksperimendis oli kahe rühma eeltestide tulemuste vaheline korrelatsioon 0,89 ($p < 0,01$), järeltestide tulemuste vaheline korrelatsioon 0,73 ($p < 0,01$) ja korrigeeritud järeltestide tulemuste vaheline korrelatsioon 0,59 ($p < 0,01$). Drillprogrammide eksperimendis oli kahe rühma eeltestide tulemuste vaheline korrelatsioon 0,85 ($p < 0,01$), järeltestide tulemuste vaheline korrelatsioon 0,72 ($p < 0,01$) ja korrigeeritud järeltestide tulemuste vaheline korrelatsioon 0,52 ($p < 0,01$).

Käärrik (2004) toob välja, et metoodika sisemine kooskõla (Cronbachi α) peaks olema vähemalt 0,7 ning metoodika stabiilsuse näitaja vähemalt 0,5. Antud eksperimentides kasutatud testide puhul polnud Cronbachi α väiksem kui 0,72 ning ankeetide puhul oli vastav näitaja vähemalt 0,88. Ka metoodika stabiilsuse näitaja oli mõlema eksperimendi korral vähemalt 0,5. Ankeetide ja testide valideerimine oli aga kontrollitud ekspertide poolt.

III EFEKTIIVSED KARAKTERISTIKUD ELEKTROONILISTE ÕPIKUTE KOOSTAMISEKS JA VALIKUKS

§1. ELEKTROONILISTE ÕPIKUTE EKSPERIMENDI ÜLDISED TULEMUSED

Eestis toodetavast ning koolides kasutatavast õpitarkvarast moodustab suure osa hüpermeedium ning selle alaliikidena tekstipõhised elektroonilised õpikud ja õpiotstarbelised veebilehed (Sarapuu jt., 2003). Hindamaks, millised elektrooniliste õpikute karakteristikud on seotud õpilaste õpitulemustega, viidi läbi eksperiment, mille eesmärkideks oli:

- 1) selgitada, millised elektrooniliste õpikute karakteristikud on seotud õpilaste õpitulemustega;
- 2) analüüsida, kas samad elektrooniliste õpikute karakteristikud on statistiliselt oluliselt seotud nii poiste kui ka tüdrukute õpitulemustega;
- 3) analüüsida, mille poolest erinevad akadeemiliselt edukate ning vähem- edukate õpilaste õpitulemustega statistiliselt oluliselt seotud elektrooniliste õpikute karakteristikud;

Katsesse valitud elektroonilised õpikud olid erinevatest õppeainetest (matemaatika, ajalugu, geograafia, keemia ja emakeel). Seega võis juhtuda, et õpitulemus sõltus õppeainest, mitte aga konkreetse õpitarkvara karakteristikute väärtustest. Seepärast tuuakse antud paragrahvis kõigepealt välja, millised olid keskmised tulemused erinevate elektrooniliste õpikute korral. Võrreldakse eel- ja järeltestide ning teadmiste juurdekasvu (järeltesti tulemusest lahutatud eeltesti tulemus) ja korrigeeritud järeltestide tulemusi erinevate õppeainete korral, selgitamaks, kas ja milliste tulemuste puhul statistiliselt olulised erinevused võivad olla ainst tingitud. Analüüsitakse ka, kas elektrooniliste õpikute järjekord avaldas mõju eksperimendi tulemustele.

Võrreldes dispersioonanalüüsiga eel- ja järeltestide keskmisi tulemusi (kõigepealt leiti kõikide õpilaste keskmine tulemus teemade kaupa ja seejärel keskmine tulemus ühes elektroonilises õpikus) ning keskmist teadmiste juurdekasvu selgus, et erinevate elektrooniliste õpikute korral oli nii eeltestide kui ka järeltestide tulemuste ja teadmiste juurdekasvu vahel statistiliselt oluline erinevus ($p < 0,05$; vt. ka tabel 3.1). *Tukey Post Hoc* test andis tulemuseks, et õpilaste eeltestide keskmised tulemused emakeele elektroonilise õpiku teemade puhul olid statistiliselt oluliselt suuremad võrreldes teiste elektrooniliste õpikute teemade eeltestide keskmiste tulemustega ($p < 0,05$). Statistiliselt olulist erinevust polnud aga ülejäänud elektrooniliste õpikute eeltestide keskmiste tulemuste vahel.

Tabel 3.1. Erinevate eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute eeltestide ja järeltestide ning teadmiste juurdekasvu keskmised tulemused koos standardhälvetega.

ELEKTROONILINE ÕPIK	eeltesti keskmine tulemus (%)	standardhälve (%)	järeltesti keskmine tulemus (%)	standardhälve (%)	keskmine teadmiste juurdekasv (%)	standardhälve (%)
Maailma ja Eesti ajalugu	10,5	13,8	44,5	30,1	33,7	6,3
Euroopa ja Baltimaad XX sajandil	14,4	23,7	47,9	31,5	33,4	17,9
Hulk	17,3	20,3	44,6	24,1	27,3	5,3
Keemia õppetükid	27,2	29,8	38,9	34,8	11,6	4,4
Eesti geograafia	28,9	24,7	54,1	26,9	25,3	9,4
Eesti keele ortograafia-kursus	52,6	27,9	60,8	26,7	8,1	1,8

Järeltestide puhul oli elektroonilise õpiku *Eesti keele ortograafiakursus* järeltesti keskmine tulemus statistiliselt oluliselt parem võrreldes *Keemia õppetükkide* järeltesti keskmise tulemusega ($p < 0,05$). Teiste elektrooniliste õpikute puhul järeltestide keskmiste tulemuste vahel statistiliselt oluline erinevus puudus. Tabelis 3.2 on toodud elektrooniliste õpikute järeltestide keskmiste tulemuste võrdluses tekkinud statistiliselt oluliselt erinevad rühmad.

Tabel 3.2. Statistiliselt oluliselt erinevad elektrooniliste õpikute rühmad järeltesti keskmiste tulemuste põhjal (*Tukey HSD*)

ELEKTROONILINE ÕPIK	Statistiliselt oluliselt erinevad rühmad olulisuse nivool 0,05	
	1	2
Keemia õppetükid	38,9	
Maailma ja Eesti ajalugu	44,5	44,5
Hulk	44,6	44,6
Euroopa ja Baltimaad XX sajandil	47,9	47,9
Eesti geograafia	54,1	54,1
Eesti keele ortograafiakursus		60,8

Keskmine teadmiste juurdekasvu puhul oli veelgi enam statistiliselt olulisi erinevusi erinevate elektrooniliste õpikute vahel. Elektroonilise õpiku *Eesti keele ortograafiakursus* keskmine teadmiste juurdekasv oli statistiliselt oluliselt madalam kõikide ülejäänud elektrooniliste õpikute keskmisest teadmiste juurdekasvust välja arvatud elektrooniline õpik *Keemia õppetükid* ($p < 0,05$).

Elektrooniliste õpikute *Maailma ja Eesti ajalugu* ning *Euroopa ja Baltimaad XX sajandil* keskmine teadmiste juurdekasv oli aga statistiliselt oluliselt parem võrreldes keskmise teadmiste juurdekasvuga, mis saavutati elektroonilise õpiku *Keemia õppetükid* abil õppides ($p < 0,05$). Tabelis 3.3 on toodud elektrooniliste õpikute keskmise teadmiste juurdekasvu võrdluses tekkinud statistiliselt oluliselt erinevad rühmad.

Tabel 3.3. Statistiliselt oluliselt erinevad elektrooniliste õpikute rühmad keskmise teadmiste juurdekasvu põhjal (*Tukey HSD*)

ELEKTROONILINE ÕPIK	Statistiliselt oluliselt erinevad rühmad olulisuse niivool 0,05		
	1	2	3
Eesti keele ortograafiakursus	8,1		
Keemia õppetükid	11,6	11,6	
Eesti geograafia		25,3	25,3
Hulk		27,3	27,3
Euroopa ja Baltimaad XX sajandil			33,4
Maailma ja Eesti ajalugu			33,7

Eel- ja järeltesti tulemuste vahel oli statistiliselt oluline positiivne seos ($r = 0,65$; $p < 0,01$). Teemade korral, kus õpilastel olid suuremad eelteadmised, saavutati ka parem järeltesti tulemus. Kuna eel- ja järeltest olid omavahel statistiliselt olulises seoses ja nii eeltestide kui ka järeltestide tulemuste ja teadmiste juurdekasvu korral olid statistiliselt olulised erinevused erinevate elektrooniliste õpikute vahel, arvutati korrigeeritud järeltesti tulemused erinevate elektrooniliste õpikute korral. Selleks kasutati kovariatsioonanalüüsi, kus kovariandiks valiti eeltesti tulemus ja faktoriks teema. Sellega võrdsustati erinevate elektrooniliste õpikute teemade eeltestide tulemused. Tabelis 3.4 on toodud erinevate elektrooniliste õpikute korrigeeritud järeltestide keskmised tulemused koos standardhälvetega.

Võrreldes dispersioonanalüüsiga korrigeeritud järeltestide keskmisi tulemusi elektrooniliste õpikute kaupa, selgus, et erinevate elektrooniliste õpikute korral polnud korrigeeritud järeltestide keskmiste tulemuste vahel statistiliselt olulist erinevust ($p > 0,05$). Seega ei saa antud tulemuste põhjal väita, et korrigeeritud järeltesti keskmised tulemused sõltuks ainest.

Tabel 3.4. Erinevate eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute korrigeeritud järetestide keskmised tulemused ja nende standardhälbed.

ELEKTROONILINE ÕPIK	korrigeeritud järetesti tulemus (%)	standardhälve (%)
Hulk	50,2	4,1
Euroopa ja Baltimaad XX sajandil	55,4	3,9
Maaailma ja Eesti ajalugu	54,6	4,2
Eesti geograafia	51,8	3,6
Keemia õppetükid	37,5	3,6
Eesti keele ortograafiakursus	41,8	5,4

Katses kasutatud elektrooniliste õpikute järjekord oli erinevates koolides erinev (vt. tabel 2.1). Selline korraldus võimaldas kontrollida elektroonilise õpiku järjekorra mõju õpitulemusele. Kuigi võis eeldada, et õpilased väsisid eksperimendi lõpuks; pikaajaline eksperiment võis ka motivatsiooni vähendada ning see omakorda mõjutas testide tulemusi, ei leidunud antud eksperimendi tulemuste põhjal kinnitust sellele väitele. Õpitarkvara järjekord polnud ei linearselt ega ka paraboolselt statistiliselt oluliselt seotud ühegi testi (eel- ja järetest ning teadmiste juurdekasv ja korrigeeritud järetest) tulemusega (kõikidel juhtudel $p > 0,05$).

Samuti ei saanud antud eksperimendi tulemuste põhjal väita, et kasutades üht elektroonilist õpikut, õpilased harjusid selle struktuuri, iseärasuste ning käsitlemisega ja seetõttu olid teemadel, mida õpiti hiljem antud õpitarkvaraga, paremad testide tulemused. Teema keskmine järjekord elektroonilises õpikus polnud seotud ei eeltesti, järetesti, korrigeeritud järetesti tulemusega ega ka teadmiste juurdekasvuga (kõikidel juhtudel $p > 0,05$).

Seega ei sõltunud õpitulemus ei elektroonilise õpiku ega teema järjekorrast eksperimendis. Erinevate elektrooniliste õpikute järetestide tulemuste ning teadmiste juurdekasvu vahel oli aga statistiliselt oluline erinevus ja ei saa kindlustada, et need statistilised erinevused sõltuks vaid konkreetse õpitarkvara karakteristikute väärtustest, mitte aga ainespetsiifikast. Seetõttu kasutati järgnevates analüüsidest elektrooniliste õpikute efektiivsete karakteristikute väljaselgitamiseks korrigeeritud järetestide tulemusi, kuna korrigeeritud järetestide tulemuste puhul ei leidunud statistiliselt olulist erinevust erinevate elektrooniliste õpikute korral.

§2. ELEKTROONILISTE ÕPIKUTE EFEKTIIVSED KARAKTERISTIKUD

Koolide juhtkonnad, haridusametnikud ja õpetajad peavad kindlustama, et kasutatava õpitarkvara abil oleks võimalik saavutada seatud õppe-eesmärgid võimalikult efektiivselt. Selleks vajatakse õpitarkvara hindamise objektiivseid kriteeriume (Furner & Daigle, 2004).

Järgnev paragrahv annabki ülevaate, millised elektrooniliste õpikute karakteristikud olid antud eksperimendi tulemuste põhjal seotud uurimuses osalenud õpilaste õpitulemustega. Samuti analüüsitakse saadud tulemusi. Leitud uurimistulemusi põhjendatakse toetudes varasematele uurimustele, uurimuses kasutatud õpitarkvara karakteristikute omavahelistele seostele ning uurimuses osalenud õpilaskontingendi iseärasustele.

Selgitamaks, millised olid uurimuses osalenud õpilaskontingendi tulemused erinevate elektrooniliste õpikute teemade korral, arutati kõikide eksperimendis osalenud õpilaste keskmine testitulemus (nii eel- kui ka järeltesti) ühe teema kohta. Arvestades õpilaste eelteadmiste taset konkreetse teema kohta, leiti elektrooniliste õpikute efektiivsed karakteristikud lähtudes korrigeeritud järeltestide tulemustest. Selleks kasutati kovariatsioonanalüüsis kovariandina eeltestide tulemusi iga teema korral. Leidmaks, millised elektrooniliste õpikute karakteristikud olid kas positiivselt või negatiivselt seotud õpitulemusega, arvutati Spearmani astakorrelatsioonid konkreetse elektroonilise õpiku teema abil saavutatud korrigeeritud järeltesti keskmise tulemuse ja vastava teema karakteristikute vahel (vt. Lisa 16). Korrelatsioonanalüüsiga saadud statistiliselt olulised korrelatsioonid koos karakteristikute keskmiste väärtuste ning väärtuste standardhälvega (standardhälvet pole toodud vaid alternatiivskaalal olevate karakteristikute puhul) on esitatud tabelis 3.5.

Tabel 3.5. Spearmani astakorrelatsiooni koefitsiendid korrigeeritud järeltesti tulemuse ja elektroonilise õpiku teema karakteristikute vahel.

Karakteristiku number	Karakteristiku nimi	Keskmine	Standardhälve	Korrelatsioon korrigeeritud järeltesti tulemusega
144	Järjehoidjad ja tagasi-nupp	0,62		0,41**
1491	Kõikidest nuppudest tuntud nuppude protsent	44%	34%	0,35*
151	Kõikidest ikoonidest tuntud ikoonide protsent	64%	39%	0,36*
154	Hüperlinkide arv	16,90	19,42	-0,35*

Tabel 3.5. (Järg)

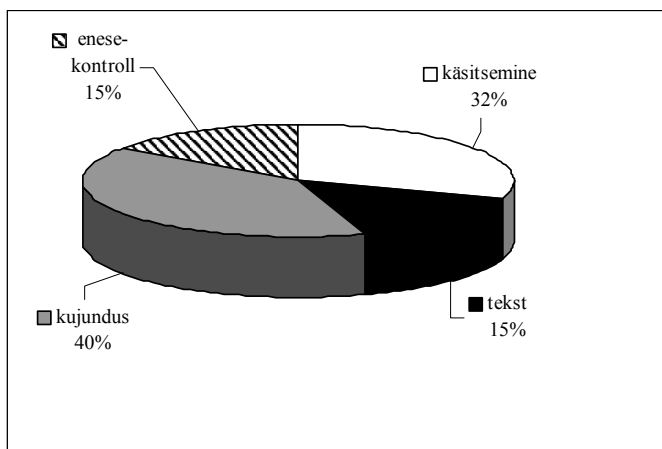
Karakteristiku number	Karakteristiku nimi	Keskmine	Standardhälve	Korrelatsioon korrigeeritud järeltesti tulemusega
156	Hüperlingid kursori muutusega (protsentarv)	69%	47%	0,41**
202	Teksti kontsentratsioon	52%	25%	0,35*
203	Info kontsentratsioon	67%	22%	0,35*
210	Terminite protsent tekstis	22%	14%	-0,43**
211	Nimisõnade terminilisus	1,78	0,26	-0,47**
214	Kerimisvõimalus õppematerjalis liikumiseks	0,62		0,41**
218	Info raamis	0,36		-0,37*
232	Kalkkirjas teksti protsent	19%	33%	-0,35*
240	Analoogiad	-0,66	1,04	0,34*
253	Videote arv	2,83	7,01	-0,52**
260	Graafika ja video koos seotud tekstiga (protsent kogu graafikast ja videost)	62%	44%	-0,48**
2601	Graafika ja video koos üleliigse tekstiga (protsent kogu graafikast ja videost)	14%	24%	-0,61**
304	Küsimuste arvu valik	0,17		-0,52**
342	Uus võimalus vastamiseks	0,27		-0,40*
346	Kiitus	0,35		-0,37*

* Statistiliselt oluline olulisusnivool 0,05

**Statistiliselt oluline olulisusnivool 0,01

Hindamaks kolme nominaal- ehk nimetuste skaalal oleva karakteristiku (nuppude ja ikoonide asukoht, teksti kirjatüüp ning teksti ja taustavärv) statistiliselt olulist mõju korrigeeritud järeltesti tulemusele viidi läbi dispersioonanalüüs. Ilmnes, et nendest sõnalistest karakteristikuteest statistiliselt oluliselt oli korrigeeritud järeltesti tulemusega seotud vaid kujundust iseloomustava karakteristikuna taustavärv ($p < 0,05$). *Tukey Post Hoc* testi põhjal selgus, et teksti esitamiseks olid heledad taustad tumeda tekstiga statistiliselt oluliselt efektiivsemad tumedast taustast heleda tekstiga.

Seega 20st korrigeeritud järeltesti tulemusega statistiliselt olulises seoses olnud karakteristikust (joonis 3.1) iseloomustasid 6 elektroonilise õpiku käsitsemist, 8 kujundust, 3 teksti ja 3 enesekontrolli. Sellega leidis kinnitust hüpotees, et lisaks info esituse (kujunduse ja teksti) karakteristikutele oli elektroonilise õpiku abil õppides saavutatud õpitulemus seotud ka selle käsitsemise ning pakutava enesekontrolli karakteristikutega.



Joonis 3.1. Korrigeeritud järeltesti tulemusega seoses olnud karakteristikute jaotus liikide järgi

Järgnevalt vaataks lähemalt, millised karakteristikud olid statistiliselt oluliselt seotud õpitulemusega ning püüaks saadud tulemusi interpreteerida.

Uurimuse tulemusena selgus, et **elektroonilise õpiku käsitlemise** juures oli efektiivne pakkuda kasutajatele juhtimisvõimalusi järjehoidjate ja tagasi-nupu kasutamise võimaluse abil. Võimaluse korral kasutada järjehoidjaid ja tagasi-nuppu oli ka järeltesti tulemus suurem võrreldes nende elektrooniliste õpikutega, kus vastavat võimalust ei pakutud (Mikk & Luik, 2003) ning õpilaste poolt elektroonilise õpiku vastava teema meeldivusele antud hinnangud olid kõrgemad (Luik, 2002b). Antud uurimuses võeti need tegelikult kaks erinevat karakteristikut kokku üheks, kuna kõikides elektroonilistes õpikutes, kus oli võimalik kasutada järjehoidjaid, oli ka võimalik kasutada tagasi viivat nuppu ja vastupidi. Ka Alessi ja Trollip (2001: 161) väidavad, et õpitarkvara kasutajatel peab olema võimalus kord läbitud materjali üle vaadata. Järjehoidjad võimaldavad kord läbitud materjali enda jaoks ära märkida, et seda hiljem vajaduse korral kiiresti leida. Tagasi nupp aitab liikuda tagasi ning vähendab äraeksimist – vajutades korduvalt tagasi viivat nuppu jõutakse lõpuks ikka materjalini, millest alustati. Järjehoidjate ja tagasi-nupu võimalust pakkusid antud uurimuses enam elektroonilised õpikud, mis kas kasutasid internetti või baseerusid internetil (astakkorrelatsioon interneti kasutamisega 0,66; $p < 0,01$).

Õpitarkvara käsitlemiseks peavad kasutajad teadma erinevate nuppude ja ikoonide funktsioone. Erinevate nuppude ja ikoonide arv polnud antud uuringu põhjal statistiliselt oluliselt seotud õpitulemusega, kuid selgus, et korrigeeritud järeltesti tulemus oli suurem, kui nupud ning ikoonid olid kasutajatele tuttavad. Antud karakteristikud (tuntud nuppude protsent ja tuntud ikoonide protsent) olid ka omavahel tugevas seoses – lineaarkorrelatsioon 0,68; $p < 0,01$). Boling ja

tema kolleegid (1998) märgivad, et navigatsiooninuppude disain omab mõju nende äratundmise ja interpreteerimise lihtsusele ning mõjutab õpitarkvara kasutamise lihtsust ning Amber (2000) soovib lähtuda oma tarkvara koostamisel tööstuse standarditest. Tuntud juhtimismeetodite protsent oli positiivselt seotud nii teadmiste juurdekasvu (Luik, 2002a) kui ka järeltesti tulemusega (Mikk & Luik, 2003). Tuntud ikoonide protsent oli positiivselt seotud järeltesti tulemusega (Mikk & Luik, 2003).

Uurimuse tulemuse põhjal selgus, et õppematerjalis, mis on mõeldud informatsiooni omandamiseks, tuleks hüperlinkide arv hoida madal. Ka teised autorid (Phillips, 1997: 70; Berry, 2000; Alessi & Trollip, 2001: 156) soovivad kasutada hüperlinke ettevaatlikult. Kuna tekst on vähem loetav kui selles on tihedalt hüperlinke, soovitatakse hoida linkide tihedus madal või koostada laused nii, et hüperlink on lause lõpus või lõpu lähedal (Alessi & Trollip, 2001: 157). Samuti väidetakse, et linkide tihedus peab olema vastavuses õppe-eesmärgi ja õppija tasemega. Näiteks materjalis, mis on mõeldud täielikuks omandamiseks, peaks olema vähem hüperlinke kui refereeritavas materjalis või suures hüpermeediumi andmebaasis, kus õppijad otsivad spetsiifilist infot (Alessi & Trollip, 2001: 157). Antud eksperimendis oligi materjal mõeldud täielikuks omandamiseks, mitte info otsimiseks, seega oli sellisel juhul otstarbekas hüperlinkide väiksem arv. Kuid hüperlinkide tihedus (hüperlinkide protsent kõikidest sõnadest ja piltidest) ei andnud korrigeeritud järeltesti tulemusega antud eksperimendis statistiliselt olulist seost. Antud tulemuse põhjuseks võib olla asjaolu, et kuna õpilastele jagatavates testides oli esitatud küsimusi ka hüperlinkide alla peitva informatsiooni kohta, siis juhul, kui hüperlinkide arv oli liiga suur, õpilased ei jõudnud kõiki hüperlinke kasutada. Seetõttu oli õpitulemus seotud just hüperlinkide arvu, aga mitte nende tihedusega. Saadud tulemus võib ka olla tingitud asjaolust, et eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute puhul hüperlinkide arv oli statistiliselt olulises negatiivses seoses tuntud ikoonide ja tuntud nuppude protsendiga (lineaar korrelatsiooni kordajad vastavalt $-0,81$ ja $-0,69$; mõlemal juhul $p < 0,01$). Seega antud eksperimendis oli enam hüperlinke neis elektroonilistes õpikutes, kus oli vähem tuntud ikoone ja nuppe.

Sageli antakse hüperlingid teksti- või pildina, neil puudub kindel kuju ja asukoht ekraanil. Seetõttu on oluline kindlustada, et õpitarkvara kasutajad saaks aru, et tegemist on hüperlingiga ning et õppijad ei valiks korduvalt üht ning sama hüperlinki. Antud uurimuses kasutatud hüperlingi iseloomustamise neljast karakteristikust (hüperlingi nähtavus, kursori muutus liikudes hüperlingile, viipadega hüperlingid ja kord valitud hüperlingi märkimine) oli õpilaste õpitulemusega positiivselt seotud vaid üks – kursori muutus liikudes hüperlingile.

Vastuolulise tulemusena mõnede uurijate poolt soovitatule (Tierney jt., 1997), ilmnis antud eksperimendi tulemuste põhjal, et õppematerjalis liikumiseks pakutava kerimisvõimaluse korral oli korrigeeritud järeltesti tulemus suurem. Ka teadmiste juurdekasv (Luik, 2002a) ning järeltesti tulemus (Mikk & Luik, 2003) osutusid kerimisvõimalusega elektrooniliste õpikute puhul suure-

maks võrreldes kerimist mittevõimaldavate elektrooniliste õpikutega. Üheks põhjuseks antud tulemusele võib olla asjaolu, et eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute puhul oli kasutatud vaid vertikaalset kerimist. Walz (2001) väidab, et vertikaalne kerimine pole lugejatele nii harjumatu kui horisontaalne kerimine ja on mõnes mõttes sama, mis lehekülje keeramine. Teine põhjendus sellisele tulemusele võib olla noore põlvkonna harjumine lehekülgedele keeramise asemel materjalis kerimisega liikumisega, on ju enamik veebilehti sama struktuuriga. Ka õpilaste poolt elektroonilise õpiku teema meeldivusele antud hinnangud olid kõrgemad kerimisvõimalust pakkuvate elektrooniliste õpikute korral (Luik, 2002b). Samuti väidab Berry (2000), et õpitarkvara kasutajad eelistavad liikuda ühel ekraanil, mitte aga paljude ekraanide vahel. Lisaks tuleb märkida, et eksperimendis kasutatud elektroonilistes õpikutes oli kerimisvõimalus statistiliselt oluliselt seotud järjehoidjate ja tagasi-nupu olemasoluga ($\rho=0,92$; $p<0,01$) ning kerimisvõimalust pakkuvate elektrooniliste õpikute korral oli ka enam tuntud ikoone ($\rho=0,72$; $p<0,01$).

Kujunduse osas ilmnes, et efektiivne oli hoida teksti ja info kontsentratsioon ekraanil kõrge (karakteristikute omavaheline korrelatsioon $r = 0,94$; $p<0,01$). Teksti ja info kontsentratsioon ekraanil olid positiivselt seotud ka järelesti tulemusega (Mikk & Luik, 2003). Nii teksti kui ka info kontsentratsioon oli lisaks statistiliselt oluliselt seotud kerimisvõimalusega elektroonilises õpikus (mõlema juhul $\rho = 0,83$; $p<0,01$). Alessi ja Trollip (2001: 63) käsitlevad vaid teksti paigutust ekraanil väites, et tekst ei tohiks olla pigistatud poolele ekraanile, jättes ülejäänud osa tühjaks. Selle eksperimendi tulemuste põhjal võib soovitada, et õpitarkvara aken hõlmaks suurema osa ekraanist. Juhul kui õpitarkvara aken ei kata kogu ekraani, võib jääda paistma erinevaid ikoone töölaual, millel kogemata klõpsates võib avada teisi programme. Samuti võib töölaua taustapilt häirida info omandamist.

Uurimuse tulemusena selgus, et info paigutuses on soovitatav esitatava informatsiooni ümber vältida raame, mis on üleliigsed graafilised kujundid ja võivad häirida silma liikumist. Ka teadmiste juurdekasv oli väiksem juhul, kui informatsioon esitati raamis (Luik, 2002a). Alessi ja Trollip (2001: 63) soovivad asetada tekst raami juhul, kui see esitatakse koos graafikaga. Amber (2000) soovib erinevate inforühmade vahele jätta tühi ruum või kasutada rühmade grupeerimiseks ümbritsevaid raame. Ka antud uurimuses kasutati elektrooniliste õpikute analüüsimisel karakteristikut, mis iseloomustas teksti asetamist raami, kui tekst esitatakse koos graafikaga. Järgnevast analüüsist jäi see karakteristik aga välja, kuna selliseid elektroonilisi õpikuid eksperimendis kasutatute seas polnud.

Teksti võib arvutis esitada erinevate kirjastiilidega. Mõningad kirjastiilid võivad aga raskendada lugemist (Alessi & Trollip, 2001: 64), samuti raskendab teksti loetavust kirjastiilide sage vahetamine (Philips, 1997). Antud eksperimendis analüüsiti, kui suur protsent tekstist oli esitatud paksus trükkkirjas, kui suur osa kaldkirjas, allajoonitult või trükitähtedes (plinkivat teksti uurimuses

kasutatud elektroonilistes õpikutes ei leidunud). Uurimuse tulemustena selgus, et kui teised teksti kirjastiilid ei avaldanud mõju õpitulemusele, siis kaldkirjas teksti protsendi ja õpitulemuse vaheline seos osutus negatiivseks. Kaldkirjas teksti protsent oli negatiivselt seotud ka teadmiste juurdekasvuga (Luik, 2002a). Kaldkirjas teksti on raskem lugeda kui teisi kirjastiile (Jokk, 2003: 138).

Kuigi mitmete autorite (Wang & Sleeman, 1993b; Boye, 1997; Baxter & Preece, 1999; Wang, 2000; Lawless jt., 2003) arvates on õpitarkvara otstarbekas juhul, kui see kasutab videot, ilmnes antud uurimuse tulemuste põhjal, et õppematerjali esituses kasutatud videote arv oli hoopis negatiivselt seotud õpilaste õpitulemusega. Saadud tulemuse selgituseks võib olla meedialiikide ebaõige kombineerimine. Nimelt soovivad mitmed autorid (Doolittle & Tech, 2001; Najjar, 2001; Mayer & Moreno, 2002; Mayer, 2003; Mayer & Moreno, 2003), et koos animatsiooni või videoga peaks edastama verbaalset informatsiooni kasutades heli. Vastasel juhul on õppija visuaalne tähelepanu lõhustatud ja ainult osa pakutavast infost on võimalik edaspidi töödelda visuaalses töötavas mälus (Mayeri modaalsuse printsiip). Eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute temades, mis kasutasid informatsiooni edastamiseks ka videoid, esitati videote verbaalne selgitus aga teksti abil. Seega nähtavasti õppijad polnud suutelised üheaegselt jälgima videoga antavat esitust ning lugema seda selgitavat teksti.

Õpiku-uurijad (Mikk, 2000: 289) soovivad graafikaga samal lehel esitada ka sellega seotud tekst. Antud uurimuses kontrolliti, kas graafika ning sellega seotud tekst või video ja sellega seotud tekst mahuvad samale ekraanitäiele. Selgus, et kui enam graafikat või videot oli esitatud samaaegselt seotud tekstiga, oli korrigeeritud järelesti tulemus hoopis väiksem. Ka teadmiste juurdekasv (Luik, 2002a) ning järelesti tulemus (Mikk & Luik, 2003) olid väiksemad juhul, kui enam graafikat või videot oli esitatud samaaegselt seotud tekstiga. Samuti anti õpilaste poolt elektroonilise õpiku teema meeldivusele ja huvitavusele madalamaid hinnanguid juhul, kui graafika ja video oli esitatud koos seotud tekstiga (Luik, 2002b).

Üheks põhjuseks võib siin olla asjaolu, mida kirjeldavad Mayer ja Moreno (2003). Autorid (Mayer & Moreno, 2003) väidavad, et kui tekst ning graafika on ekraanil teineteisest eraldatud, siis õppija peab tegelema suure hulga info silmitsemise ja kokkuviiamisega, mistõttu õppijad kalduvad lugema osa teksti ja vaatama siis vastavat osa graafikast. Seetõttu ei piisa teksti ning graafika esitamise koos ühel ekraanitäiel, vaid vaja oleks tekst ning graafika visuaalselt ühendada – kasutada integreeritud esitust. Seega võis antud negatiivse seose põhjuseks olla graafika ning sellega seotud teksti või video ja sellega seotud teksti vaheline suur kaugus ekraanil. Kui traditsioonilises raamatus võib lugeja tekstis järje hoidmiseks näiteks kasvõi sõrme tekstile asetada ajaks, mil ta silmitses graafikat, siis arvutiekraanil esitatava õppematerjali puhul seda teha ei saa ning silmitsedes graafikat või videot võis õpilane hoopis kaotada järje tekstis. Teiseks põhjuseks võib olla aga asjaolu, et õpilased ei lugenud graafika või videoga seonduvat teksti. Ka Ametller ja Pinto (2002) väidavad oma

uurimuse tulemuste põhjal, et õpilased ei lugenud graafika juurde antud selgitusi. Graafika sisse lülitatud verbaalsed elemendid aga soodustasid graafika mõistmist (Ametller & Pinto, 2002). Kolmanda põhjusena tuleb aga välja tuua jällegi antud elektrooniliste õpikute valimi omapära. Nimelt elektroonilistes õpikutes, kus enam graafikat ja videot oli esitatud samaaegselt koos tekstiga, oli vähem õpilaste jaoks tuntud ikoone ja nuppe (korrelatsioonid vastavalt $r = -0,56$ ja $r = -0,47$; mõlemal juhul $p < 0,01$).

Selgitamaks põhjalikumalt teksti-graafika ja teksti-video vahelisi seoseid, uuriti teksti ja graafika ning teksti ja video poolt edastatavat infot kasutatud elektroonilistes õpikutes. Selgus, et 23%-l juhtudest, kus tekst ja graafika või tekst ja video olid esitatud koos, nad dubleerisid teineteist. Üleliigse tekstiga esitatud graafika ja video protsenti iseloomustava karakteristikuga ja õpitulemuse vaheline seos oli aga negatiivne. Samale tulemusele jõuti ka analüüsides elektrooniliste õpikute karakteristikute seoseid järeldest tulemustega (Mikk & Luik, 2003). Seega vastavalt Swelleri tunnetuskoormuse teooriale (Sweller, 2002) üleliigne materjal takistab õppimist. Ka vastavalt Mayeri ja tema kolleegide poolt toodud tiheda seostatuse printsiibile (*Coherence Principle*) tuleks üleliigsed sõnad, pildid ja heli välja jätta, sest kõik üleliigne takistab õppimist, tekitades õpilasel suurt kognitiivset ülekoormust (Mayer & Moreno, 2003).

Antud eksperimendi tulemuste põhjal osutus, et õpitulemus oli suurem teemade korral, milles esitati informatsioon heledal taustal (taust kas päris valge või beež) võrreldes teemadega, kus informatsioon esitati tumedal (mustal või tumerohelisel) taustal. Ühe põhjusena sellise tulemuse selgitamiseks võiks tuua asjaolu, et Phillipsi (1997: 81) järgi alustab silm liikumist materjalis kõige tugevamast (tumedamast) värvist. Phillips (1997: 81) soovitabki seepärast kavandada kujundus nii, et kasutaja alustaks kõige olulisemast infost. Kui aga taust on tume, siis tõmbab see enam tähelepanu ja heledat teksti sellel on halvem lugeda. Teiseks võib tuua Boyle (1997: 162) soovitusi kasutada heledat tausta, kuna sellelt paistavad kõige paremini välja teised objektid (mitte ainult tekst, vaid ka erinev graafika). Kolmanda põhjusena, miks tumedal taustal heleda teksti korral korrigeeritud järeldest tulemus oli väiksem, võib olla harjumus lugeda heledalt taustalt tumedat teksti. Kui õpilased kasutavad koos elektroonilise õpikuga paberikandjal õpikut, trükitud töölehti või juhiseid, peavad silmad pidevalt ümber lülituma lugedes kord tumedat teksti heledalt taustalt (trükitud tekst) ning siis heledat teksti tumedalt taustalt (elektrooniline õpik). Ka Walz (2001) väidab, et hele tekst tumedal taustal väsitab lugejat.

Teksti on uuritud õpikutes juba enam kui pool sajandit. Kas aga samad printsiibid, mis kehtivad paberikandjal õpikute puhul, jäävad kehtima ka elektrooniliste õpikute korral?

Analoogselt õpikute uurimuste tulemustega (Mikk, 2000: 84–86) leiti, et terminite suur protsent tekstis ning teksti nimisõnade terminilisus raskendasid loetust arusaamist. Kui antud uurimuses terminite arv ei avaldanud mõju õpitulemusele, siis sarnaselt õpiku-uurimuste tulemustega (Mikk, 2000: 164) oli

elektrooniliste õpikute korral terminite tihedus tekstis olulisem kui nende arv. Ja kui Mikk (2000: 86) on leidnud statistiliselt olulise negatiivse korrelatsiooni teksti keskmise nimisõnade terminiloogilise indeksi ning teksti mõistmise vahel, siis ka antud eksperimendi tulemus näitas statistiliselt olulist negatiivset seost teksti nimisõnade terminilisuse ja õpitulemuse vahel. Nii tekstis esinevate terminite protsent kui ka keskmine nimisõnade terminoloogiline indeks olid samuti negatiivselt seotud teadmiste juurdekasvuga (Luik, 2002a). Ka järeltesti tulemus oli väiksem juhul, kui tekstis esinevate terminite protsent oli suurem (Mikk & Luik, 2003).

Uurimuse tulemusena selgus, et materjalis toodud analoogiad võisid soodustada loetust arusaamist. Samale tulemusele on varasemate uurimuste põhjal jõudnud õpiku-uurijad. Analooגיע toomine muudab teksti huvitavamaks (Mikk, 2000). Leides uurimuses kasutatud elektrooniliste õpikute korral seoseid analooגיעate ja teiste karakteristikute vahel, leiti, et teemades, kus oli toodud analoogiad, oli väiksem terminite protsent ning teksti terminilisus (mõlemal juhul $\rho = -0,51$; $p < 0,01$), samas terminite arv tekstides oli suurem ($\rho = 0,35$; $p < 0,05$). Seega analooגיעate toomine võimaldas muuta teksti lihtsamaks ja vähendada terminite tihedust tekstis.

Õpitarkvarale saab lisada **enesekontrolli**, mis pakub õppijale informatsiooni, kas ning kuidas on ta omandanud läbitud õppematerjali. Millised olid aga efektiivse arvutipõhise enesekontrolli karakteristikud?

Uurimuse tulemuse põhjal selgus, et kuigi õppijatele soovitatakse anda mõningaid juhtimivõimalusi arvutipõhise õppimise üle, pole otstarbekas jätta enesekontrollis küsimuste arvu valik õppija otsustada. Ka järeltesti tulemus oli väiksem selliste elektrooniliste õpikute puhul, mis võimaldasid kasutajal enesekontrollis valida küsimuste arvu võrreldes nende elektrooniliste õpikutega, mis vastavat võimalust ei pakkunud (Mikk & Luik, 2003). Kui Alessi ja Trollip (2001: 183) ei soovita anda noorematele õpilastele võimalust valida esitatavate küsimuste arvu, siis antud uurimuse tulemus näitas, et ka vanema astme õpilased pole selliste otsustuste tegemiseks veel valmis. Nähtavasti valitakse õppijate poolt sellisel juhul väike arv küsimusi, mis ei pruugi anda täielikku ülevaadet, kas ning kuidas on õpitu omandatud. Üheks põhjuseks võib siin olla ka fakt, et võimalust valida enesekontrollis küsimuste arvu pakkusid antud eksperimendis elektroonilised õpikud, kus oli enam hüperlinke ja teksti terminilisus oli suurem (astakkorrelatsioonid vastavalt 0,62 ja 0,53; mõlemal juhul $p < 0,01$). Siiski võib olla efektiivsem kavandada enesekontroll viisil, et õppijal pole võimalust valida esitatavate küsimuste arvu, kuid jätta talle võimalus enesekontroll katkestada. Eksperimendis analüüsiti kasutatud elektrooniliste õpikute korral ka võimalust enesekontroll katkestada, kuid korrelatsioonanalüüsist jäi see karakteristik välja, kuna polnud ühtegi elektroonilist õpikut, kus sellist võimalust poleks pakutud.

Õppija võib vastata valesti. Tunnis esitab õpetaja sellisel juhul sama küsimuse kaasõppurile või annab ise õige vastuse. Tunnikontrolli või kontrollitöö korral nõutakse sageli vigade parandust. Kas ka arvutipõhises enesekontrollis

peab jätkama õppija vastamist kuni on sisestatud õige vastus? Eksperimendi tulemus näitas, et vale vastuse korral õppijale uue vastamisvõimaluse andmine oli negatiivses seoses õpitulemusega. Ka Dempsey ja Litchfield (1993) ning White ja Breit (1994) soovivad oma uurimuste tulemuste põhjal, et parem on lihtne tagasiside, mis võtab vähem aega ja on ökonoomsem. Vale vastuse korral uue vastamisvõimaluse andmine võis ka tekitada olukorra, kus õpilane vastas juhuslikult, seda eriti valikvastustega küsimuste puhul, lootes, et mitmendal katsel vastus ikka õigeks osutub. Valides aga mitut varianti, õige vastus ei kinnistu. Sellisel juhul ei pruugi õpilasel meelde jääda, milline tema poolt pakutud variantidest oli see õige. Õpilased aga andsid enesekontrolli sobivusele kõrgemaid hinnanguid juhul, kui enesekontrollis sai vale vastuse korral uuesti vastata (Luik, 2002b).

Kui mitmed autorid (Wang & Sleeman, 1993b; Caftori, 1994; McCoy, 1996; Liao, 1992; Van Dusen & Worthen, 1995; Williams & Brown, 1990) hindavad enesekontrollis ja arvutipõhises testis tagaside olemasolu, siis antud uurimuse tulemuste korral ei leidunud tagasiside olemaolu ja õpitulemuse vahel statistiliselt olulist seost. Siin võib olla põhjuseks asjaolu, et tagasisidet ei pakkunud vaid ajaloo elektrooniline õpik *Euroopa ja Baltimaad XX sajandil*.

Kuigi tagasiside peaks haridustegelaste (Crozier, 1999) arvates olema positiivne, ei pruugi kiitus õige vastuse korral olla kõige efektiivsem, nagu selgus antud uurimuse tulemusest. Siin võib olla põhjuseks asjaolu, et saades kiituse, võis õppija katkestada enesekontrolli, kuigi see kiitus võis tulla juba esimese õige vastuse korral. Samuti saab saadud tulemust põhjendada uurijate (Dempsey & Litchfield, 1993; White & Breit, 1994) soovitusel pakkuda minimaalset tagasisidet. Veel ühe põhjusena peab aga välja tooma konkreetse elektrooniliste õpikute valimi iseärasuse. Nimelt oli kiituse pakkumine tihedalt seotud uue vastamisvõimalusega (astakorrelatsioon 0,92; $p < 0,01$). Samas õpilaste poolt enesekontrolli sobivusele antud hinnangud olid enesekontrollis kiitust pakkuvate elektrooniliste õpikute teemade puhul kõrgemad (Luik, 2002b).

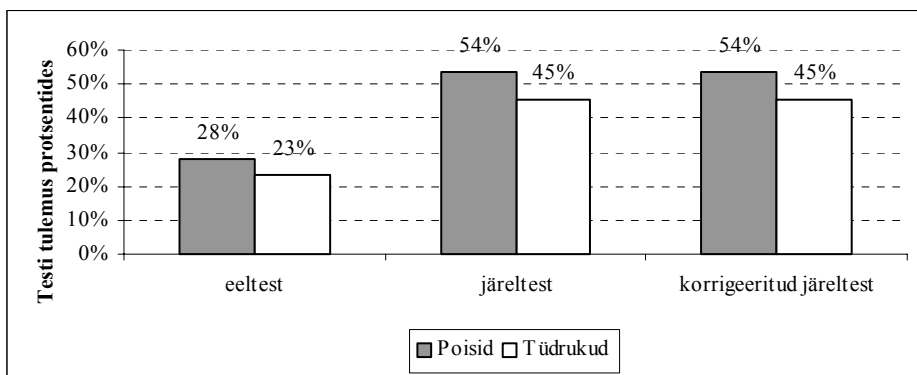
Nägime, et elektrooniliste õpikute puhul oli õpitulemus olulises seoses elektroonilise õpiku käsitlemise, info esitamise (teksti ja kujunduse) ja enesekontrolli karakteristikutega. Ühest küljest võib elektrooniliste õpikute vahendusel õppimine olla õppija jaoks keerulisem kui traditsioonilisest õpikust õppimine. Lisanduvad ju õpitarkvara käsitlemisega seotud tegurid, kasutaja peab tundma erinevaid võimalusi materjalil liikumiseks ja elektroonilise õpiku kasutamiseks ning oskama vajalikku infot üles leida. Teisest küljest on aga elektroonilistel õpikutel kindlasti ka eeliseid traditsiooniliste õpikute ees. Ühena neist võiks nimetada materjali konkreetsemaks muutmise erinevate meedia-võimalustega. Kindlasti peaks aga õpitarkvara koostajad enam tähelepanu pöörama erinevatele info esitamise tahkudele – info paigutusele ekraanil, teksti ja graafika, teksti ja video integreerimisele ning materjali kujundamisele. Samuti on oluline roll õpitarkvara enesekontrolli poolt pakutaval tagasisidel.

§3. KAS POISTELE JA TÜDRUKUTELE ON VAJA ERINEVAID ELEKTROONILISI ÕPIKUID?

Sageli leitakse, et arvutid on meeste pärusmaa (Irwin, 2000; Young, 2000). Ka õpitarkvara on enamasti disainitud meeste poolt ning seetõttu vastab enam poiste soovidele ning õpistiilile (Joiner, 1998; Passig & Levin, 2000). Viimastel aastatel on siiski hakatud kavandama õpitarkvara, mis paeluks ka tüdrukuid (Spilker & Sørensen, 2000). Uuritud on poiste ja tüdrukute erinevaid eelistusi õpitarkvara ning mängude osas (Joiner, 1998; Passig & Levin, 2000), kuid vähe teatakse veel, millised karakteristikud on efektiivsed just poiste või tüdrukute jaoks. Seetõttu vaatakski järgnevas paragrahvis, millised olid elektrooniliste õpikute efektiivsed karakteristikud poiste ja millised tüdrukute jaoks ning püüaks selgusele jõuda, kas on vaja koostada ning valida erinevat õpitarkvara poistele ja tüdrukutele.

3.1 Poiste ja tüdrukute võrdlus testide tulemuste ning elektrooniliste õpikute osas

Antud eksperimentis osales 21 poissi ja 33 tüdrukut. Uurimuses võrreldi t-testiga eel- ja järeltestide ning korrigeeritud järeltestide keskmisi tulemusi sugude lõikes (vt ka joonis 3.2). Ilmnes, et poiste ja tüdrukute keskmistes testitulemustes polnud statistiliselt olulist erinevust eeltestide tulemustes ($p > 0,05$). Ka eeltestide tulemuste varieeruvuses polnud poiste ja tüdrukute vahel statistiliselt olulist erinevust (standardhälbed vastavalt 18,8% ja 17,1%; Levenne testiga, $p > 0,05$).



Joonis 3.2. Poiste ja tüdrukute testide tulemuste võrdlus

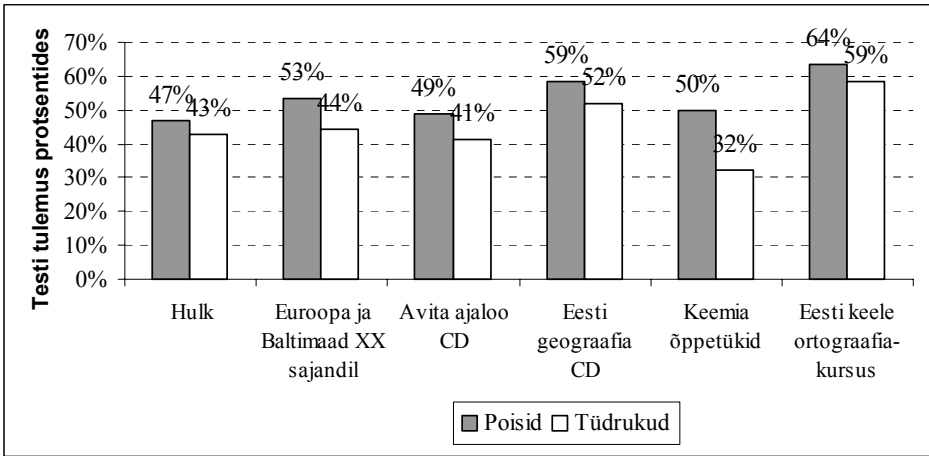
Küll aga olid statistiliselt erinevad poiste ja tüdrukute järeltestide ning korrigeeritud järeltestide keskmised tulemused. Omandades informatsiooni elektroonilistest õpikutest oli poiste õpitulemus (nii järeltesti kui ka korrigeeritud järeltesti tulemus) suurem kui tüdrukute oma (t-testiga, vastavalt $p=0,01$ ja $p<0,01$). Varieeruvuse vahel polnud statistiliselt olulist erinevust poiste ja tüdrukute tulemuste vahel ei järeltesti ega ka korrigeeritud järeltesti korral (standardhälve poiste järeltesti korral 13,2% ja tüdrukute järeltesti korral 14,0%; korrigeeritud järeltesti korral poistel 10,5% ja tüdrukutel 11,2%; Levenne testiga mõlemal juhul $p>0,05$). Seega ka antud eksperimendi tulemuste põhjal saavutasid poisid arvutite abil toimuva õppega paremaid tulemusi kui tüdrukud.

Varasemate uurimuste tulemused on samuti näidanud, et poisid edestavad arvutite abil toimuva õppe abil tüdrukuid nii matemaatikas (McCoy, 1996), füüsikas (Chanlin, 1999) kui ka teistes õppeainetes (Teh & Fraser, 1995). Samas väidavad mitmed haridustegelased (Hattie, 1990; Austlid, 2000; Hale, 2002), et mitte arvutipõhine õpe iseenesest, vaid viis, kuidas arvuteid õppes kasutatakse, põhjustab poiste suuremat edukust võrreldes tüdrukutega. Nendeks teguriteks, millest sõltuvad tüdrukute halvemad õpitulemused arvutipõhises õppes, on loetletud: õppeülesannete struktuur, kus rõhuasetus on võistluslikkusel ja meisterlikkuse saavutamisel ning individuaalsusel (Hattie, 1990; Durndell jt., 1995; Hale, 2002), tagasiside olemus (Hattie, 1990; Hale, 2002) ja istekohade organisatsioon (Hale, 2002).

Kui mitmed autorid märgivad, et tüdrukud eelistavad koostööd arvutite taga ning kommunikatsiooni vajavaid ülesandeid (Hattie, 1990; Durndell jt., 1995; Hale, 2002), siis antud eksperimendis oli tegemist individuaalse õppega, kus polnud arutelusid ja oli keelatud õpilaste omavaheline suhtlemine. Seega tüdrukute madalamad õpitulemused võisidki olla tingitud õppeülesande püstitusest ning õppetöö korraldusest antud eksperimendis.

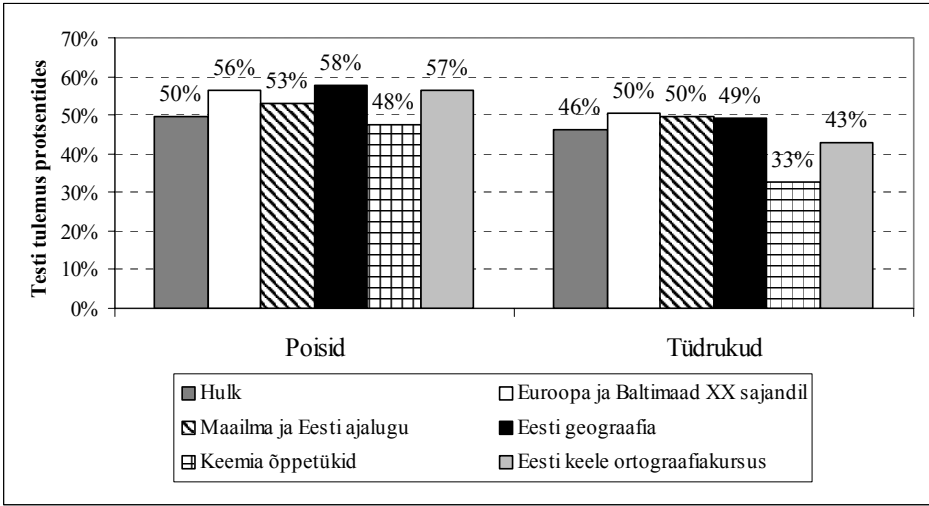
Võrreldi ka poiste ja tüdrukute eel- ja järeltestide keskmiste tulemuste erinevusi erinevate elektrooniliste õpikute korral. Tulemusena selgus, et ühegi elektroonilise õpiku korral polnud statistiliselt olulisi erinevusi poiste ja tüdrukute eeltestide keskmiste tulemuste vahel (t-testiga, kõik $p>0,05$). Statistiliselt oluline erinevus poiste ja tüdrukute järeltestide keskmiste tulemuste vahel (joonis 3.3) oli ainult ühe elektroonilise õpiku korral. Selleks oli elektrooniline õpik keemiast *Keemia õppetükid*.

Dispersioonanalüüsi abil võrreldi poiste ja tüdrukute testide tulemuste aritmeetilisi keskmisi erinevate elektrooniliste õpikute korral. Nii poiste kui ka tüdrukute emakeele eeltestide keskmine tulemus oli oluliselt kõrgem võrreldes teiste ainete eeltestide keskmiste tulemustega (olulisusnivoo $p<0,01$). Poiste puhul võis aga täheldada, et ka elektroonilise õpiku *Keemia õppetükid* eeltestid olid tehtud statistiliselt paremini võrreldes elektroonilise õpiku *Maailma ja Eesti ajalugu* eeltestidega. Tüdrukute puhul polnud ülejäänud elektrooniliste õpikute eeltestide keskmiste tulemuste vahel statistiliselt olulisi erinevusi.



Joonis 3.3. Poiste ja tüdrukute järeltestide tulemuste võrdlus erinevate elektrooniliste õpikute korral.

Poiste puhul polnud erinevate ainete õpitulemused oluliselt erinevad. Poiste järeltestide ega ka keskmiste korrigeeritud järeltestide keskmiste tulemuste vahel polnud statistiliselt olulisi erinevusi erinevate elektrooniliste õpikute korral (dispersioonanalüüsiga, $p > 0,05$). Tüdrukute puhul olid aga elektroonilise õpiku *Eesti keele ortograafiakursus* järeltestide keskmised tulemused statistiliselt oluliselt paremad võrreldes elektroonilise õpiku *Keemia õppetükid* tulemustega (dispersioonanalüüsiga, $p < 0,05$, vt. ka joonis 3.4). Ülejäänud elektrooniliste õpikute korral statistiliselt oluline erinevus tüdrukute järeltestide keskmiste tulemuste vahel puudus. Tüdrukute korrigeeritud järeltestide keskmiste tulemuste puhul olid elektroonilise õpiku *Keemia õppetükid* tulemustest statistiliselt oluliselt paremad elektroonilise õpiku *Euroopa ja Baltimaad XX sajandil* tulemused ($p < 0,05$) ning ülejäänud elektrooniliste õpikute vahel polnud samuti olulisi erinevusi.



Joonis 3.4. Poiste ja tüdrukute korrigeeritud järeltestide tulemuste võrdlus erinevate elektrooniliste õpikute korral.

3.2. Millised karakteristikud võivad muuta elektroonilised õpikud efektiivseks poiste ja millised tüdrukute jaoks?

Analoogiliselt elektrooniliste õpikute efektiivsete karakteristikute väljaselgitamisega, kasutati poiste ning tüdrukute jaoks efektiivsete karakteristikute määramiseks korrelatsioonanalüüsi. Õpitulemuseks võeti korrigeeritud järeltesti keskmine tulemus iga teema korral, kus kovariandina oli arvesse võetud ka eeltesti tulemus. Arvutati Spearmani astakorrelatsioonid elektrooniliste õpikute konkreetsete teemade karakteristikute ning poiste ja tüdrukute poolt vastavate teemade abil õppides saavutatud korrigeeritud järeltestide keskmiste tulemuste vahel (vt. Lisa 17). Statistiliselt olulised korrelatsioonid koos karakteristikute keskmiste väärtuste ning väärtuste standardhלבega (standardhלבet pole toodud vaid alternatiivskaalal olevate karakteristikute puhul) on toodud tabelis 3.6.

Dispersioonanalüüsiga kontrolliti kolme nominaalskaalal oleva karakteristikute (nuppude, ikoonide ja hüperlinkide asukoht, teksti kirjatüüp ning teksti ja taustavärv) mõju poiste ja tüdrukute korrigeeritud järeltestide tulemustele. Statistiliselt oluline seos ilmnis vaid tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemuse ja taustavärvide vahel ($p < 0,05$). *Tukey Post Hoc* test andis tulemuseks, et statistiliselt oluliselt madalamad korrigeeritud järeltesti tulemused olid musta tausta korral võrreldes teiste taustavärvidega.

Tabel 3.6. Spearmani astakorrelatsiooni koefitsiendid poiste ning tüdrukute korrigeeritud järeltestide tulemuste ja elektrooniliste õpikute temade karakteristikute vahel.

Karakteristiku number	Karakteristiku nimi	Keskmine	Standardhälve	Korrelatsioon poiste korrigeeritud järeltesti tulemusega	Korrelatsioon tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemusega
100	Interneti kasutamine	-0,31	0,76	0,15	0,39*
121	Menüüde arv	7,14	2,37	0,17	0,33*
122	Õppetunni jooksul nähtaval olevate menüüde arv	2,89	3,81	0,04	0,39*
126	Rippmenüüde arv	5,14	2,44	0,22	0,34*
127	Paneelmenüüde olemasolu	0,49		-0,01	0,37*
141	Terminite protsent alammenüüdes	44%	27%	-0,36*	-0,25
144	Järjehoidjad ja tagasi-nupp	0,62		0,29	0,39*
147	Alamsisukord	0,49		-0,01	0,37*
1481	Nuppude arv	4,83	3,88	0,07	0,36*
1491	Kõikidest nuppudest tuntud nuppude protsent	44%	34%	0,02	0,36*
154	Hüperlinkide arv	16,90	19,42	-0,16	-0,35*
156	Hüperlingid kursori muutusega	69%	47%	0,29	0,39*
204	Sümbolite protsent tekstis	3%	6%	-0,35*	-0,22
210	Terminite protsent tekstis	22%	14%	-0,37*	-0,40*
212	Nimisõnade terminilisus	1,78	0,26	-0,39*	-0,50**
214	Kerimisvõimalus õppematerjalis liikumiseks	0,62		0,29	0,39*

Tabel 3.6. (Järg)

Karakteristiku number	Karakteristiku nimi	Keskmine	Standardhälve	Korrelatsioonipoiste korrigeeritud järeldesti tulemusega	Korrelatsioonitüdrukute korrigeeritud järeldesti tulemusega
218	Info raamis	0,36		-0,20	-0,42**
223	Reavahe	1,07	0,10	0,13	0,35*
232	Kaldkirjas teksti protsent	19%	33%	-0,18	-0,37*
240	Analoogiad	-0,66	1,04	0,15	0,42*
253	Videote arv	2,83	7,01	-0,21	-0,54**
260	Graafika ja video koos seotud tekstiga	62%	44%	-0,32	-0,49**
2601	Graafika ja video koos üleliigse tekstiga	14%	24%	-0,35*	-0,59**
304	Küsimuste arvu valik	0,17		-0,19	-0,62**
342	Uus võimalus vastamiseks	0,27		-0,03	-0,57**
346	Kiitus	0,27		-0,03	-0,57**

* Statistiliselt oluline olulisusnivool 0,05

**Statistiliselt oluline olulisusnivool 0,01

Paksus trükkkirjas toodud karakteristik on statistiliselt oluliselt erinevalt seotud poiste ja tüdrukute korrigeeritud järeldesti tulemusega olulisusnivool 0,05

Nagu näeme tabelist 3.6, oli tüdrukute korrigeeritud järeldesti tulemus statistiliselt oluliselt seotud enama arvu erinevate karakteristikutega kui poiste korrigeeritud järeldesti tulemus. Kui tüdrukute korrigeeritud järeldesti tulemus andis statistiliselt olulise seose 25 elektroonilise õpiku karakteristikuga, siis poiste puhul leiti seoseid vaid 5 karakteristiku puhul. Sealjuures neist 3 karakteristikut (terminite protsent tekstis, teksti terminilisus ning samaaegselt koos üleliigse tekstiga esitatud graafika ja video protsent) olid statistiliselt olulises seoses ka tüdrukute korrigeeritud järeldesti tulemusega.

Peab nentima, et poiste ja tüdrukute õpitulemusega andsid statistiliselt olulise seose erinevat liiki karakteristikud (vt. tabel 3.7). Leidis ka kinnitust uurimuse teine hüpotees, mis väitis, et tüdrukud vajavad kergemini käsitsetavaid elektroonilisi õpikuid. Poiste õpitulemus polnud üldse seotud elektroonilise õpiku käsitlemisel iseloomustavate karakteristikutega. Tüdrukute puhul aga kõikidest seose andnud karakteristikutest 44% olid õpitarkvara käsitlemist kirjeldavad karakteristikud.

Tabel 3.7. Õpitulemusega seotud karakteristikute liigitus poiste ning tüdrukute puhul

Kategooria	Poised		Tüdrukud	
	Statistiliselt oluliste karakteristikute arv	Protsent kõikidest statistiliselt olulistest karakteristikutest	Statistiliselt oluliste karakteristikute arv	Protsent kõikidest statistiliselt olulistest karakteristikutest
Elektroonilise õpiku käsitlemine	0	0%	11	44%
Kujundus	1	20%	8	32%
Tekst	4	80%	3	12%
Enesekontroll	0	0%	3	12%
Kokku	5	100%	25	100%

Näeme, et poiste puhul oli korrigeeritud järeltesti tulemus seotud enamasti **teksti** karakteristikutega. Nii poiste, kui ka tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemus oli halvem teksti korral, milles oli suurem protsent termineid ning suurem keskmine nimisõnade terminoloogiline indeks. Need mõlemad karakteristikud olid seotud korrigeeritud järeltesti tulemusega ka eksperimendis osalenud kogu õpilaskontingendi korral ja käsitleti eelmises paragrahvis. Leides seosed poiste ja tüdrukute järeltestide tulemuste ning elektroonilise õpiku teema karakteristikute vahel, oli suurema terminite protsendi ning keskmise nimisõnade terminoloogilise indeksi korral väiksem vaid tüdrukute järeltesti tulemus (Mikk & Luik, 2005).

Terminite protsent alammenüüs oli negatiivselt seotud poiste korrigeeritud järeltesti tulemustega. Järeltestide korral aga andis terminite protsent alammenüüs statistiliselt olulise negatiivse seose nii poiste kui ka tüdrukute puhul (Mikk & Luik, 2005). Terminid alammenüüdes võisid ajada õpilasi segadusse, kui nad ei saanud pakutud valikutest aru. Võis koguni juhtuda, et kui õpilane ei saanud alammenüüs olevast terminist aru, siis ta vastavat valikut ei teinudki. Kui tekstis võib veel termini tähendus samas lauses olevate sõnade või teiste lausete abil selguda, siis menüüdes ja alammenüüdes on vaid sõnad või fraasid, mis ei anna tundmatu väljendi korral mingit vihjet selle tähenduse kohta. Poiste õpitulemus oli väiksem ka juhul, kui tekstis oli enam sümboleid. Samale tulemusele jõuti uurides elektrooniliste õpikute teema karakteristikute seoseid poiste ja tüdrukute järeltestide tulemustega (Mikk & Luik, 2005). Sümbolite korral peab lugeja teadma selle täpset sõnalist vastet, millela pole lause mõistetav. Nagu on leidnud juba õpiku uurijad, muudavad sümbolid teksti lugeja jaoks keerukamaks (Mikk, 2000: 84).

Kõik need sõnade keerukusele viitavad karakteristikud olid ka omavahel statistiliselt olulistes positiivsetes seostes. Nii oli terminite protsent alammenüüs positiivelt seotud sümbolite ja terminite protsendiga tekstis (lineaarkorrelatsioonid vastavalt 0,41 ja 0,37; mõlemal juhul $p < 0,05$). Sümbolite protsent oli

aga omakorda seotud nii teksti terminilisusega kui ka terminite protsendiga tekstis (lineaarkorrelatsioonid vastavalt 0,50 ja 0,64; mõlemal juhul $p < 0,01$).

Tüdrukute puhul muutsid teksti mõistetavaks analoogiad. Analoogiate toomine tekstis oli positiivselt seotud ka kõikide õpilaste õpitulemusega ning käsitletud eelmises paragrahvis.

Nagu juba mainitud, tüdrukute puhul oli kõige enam õpitulemusega seotud karakteristikuid **elektroonilise õpiku käsitlemise** kohta. Tüdrukute jaoks olid efektiivsed menüüd. Tüdrukute õpitulemus oli suurem, kui menüüsid (kõiki menüüsid ja teema kohta käivaid menüüsid) oli enam. Sobivat materjali ühikut valida aitasid rippmenüüd ning paneelmenüüd, mis on tavalised internetipõhistes programmides. Alessi ja Trollip (2001: 57) soovivadki kasutada suure hulga valikuvõimaluste korral menüüsid, mis aitavad vältida suurt arvu nuppe ekraanil. Alessi ja Trollip (2001: 56) soovivad kasutada rippmenüüsid valikuteks, mis on samad kogu õpitarkvara kestel. Antud eksperimendis kasutatud rippmenüüsid kasutati just selliste valikute korral. Kui aga Alessi ja Trollip (2001: 57) soovivad muuta menüüd alati ligipääsetavaks, siis rippmenüüde ning paneelmenüüde üheks eeliseks ongi nende alatine olemasolu. Lisaks oli eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute puhul suurema arvu rippmenüüde korral tekstis terminite protsent väiksem (lineaarkorrelatsioon $-0,45$; $p < 0,01$) ja paneelmenüüde korral kasutati olulise materjali väljatoomisel vähem kaldkirja ($\rho = -0,46$; $p < 0,01$).

Ka hüperlinkide abil saavad õpilased valida õppimised ning –järjekorda. Tüdrukute korrigeeritud järele testi tulemus oli negatiivselt seotud hüperlinkide arvuga, kuid positiivselt seotud kursori muutusega hüperlingi korral. Hüperlinkidega seonduvaid probleeme käsitleti ka eelmises paragrahvis, kuid siinkohal püüaks selgitada, miks tüdrukute õpitulemusele mõjusid positiivselt valikud menüüdes, kuid negatiivselt hüperlinkidena antud valikud. McGrath (1992) on oma uurimuses täheldanud, et arvutis mitte kogenud õppijad näisid hüperteksti keskkonnas olevat segaduses tehes palju mitteotstarbekaid valikuid õppematerjali järjekorras. Antud eksperimendis ilmnisid õpilaste lõppankeetidest poiste kõrgemad hinnangud oma arvutikasutusoskusele ning kindlusele töös arvutiga enne eksperimenti (Mann-Whitney testiga mõlemal juhul $p < 0,05$). See võis olla ka põhjuseks, miks tüdrukute puhul oli olulisem hüperlingi märgatavaks muutmine kursori muutusega. Arvutis vähe kogenud õppija ei pruukinud aru saada, et pildi või teksti korral on tegemist hüperlingiga, mis uue materjaliühiku juurde viib.

Antud uurimuse ankeetide põhjal polnud statistiliselt olulist erinevust poiste ja tüdrukute hinnangute vahel hüperlinkide kasutamise sageduses (Mann-Whitney testiga $p > 0,05$). Poisid aga kasutasid enda hinnangute kohaselt statistiliselt oluliselt enam hüperlinke võrreldes tüdrukutega elektrooniliste õpikute korral, mis olid võrgustiku struktuuriga (Mann-Whitney testiga $p < 0,01$). Nendes elektroonilistes õpikutes oli kõige enam hüperlinke ning need paiknesid ka tekstis. Hüperlinkide kasutamise sageduse määramiseks olid eksperimendis õpilaste enda hinnangud, sest taheti määrata õpilaste jaoks nähtavate hüper-

linkide kasutamise sagedust – kui õpilane nägi, et on tegemist hüperlingiga, ka ta ka kasutas seda. Seega lähtudes antud tulemusest võib väita, et tüdrukud ei osanud märgata hüperlinke, mis ei eristunud tekstist kursori muutusega. Saadud tulemus on kooskõlas ka varasemate uurimuste tulemustega (Reed & Oughton, 1997), mis väidavad, et mitte kõik kasutajad ei navigeeri hüpermeediumis sarnasel viisil. Eelneva kogemusega kasutajatel pole metakognitiivseid strateegiaid, et otstarbekalt kasutada mittelineaarset keskkonda.

Nähtavasti oli arvutis mittekoogenud õpilaste jaoks parem viis materjalis liikumiseks menüüd kui hüperlingid, mis võivad tekitada disorientatsiooni. Disorientatsiooni aitavad vältida ka järgehoidjate ning tagasi-nupu kasutamise võimalus. See karakteristik oli positiivselt seotud nii tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemuse (antud eksperimendi tulemuste põhjal) kui ka tüdrukute järeltesti tulemusega (Mikk & Luik, 2005).

Huvitava tulemusena antud eksperimendis ilmnis aga nuppude arvu positiivne seos tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemusega. Mida enam oli elektroonilise õpiku juhtimiseks nuppe, seda parem oli tüdrukute õpitulemus. Võib olla on siin üheks põhjuseks asjaolu, et elektroonilises õpikus, milles oli suurem nuppude arv, oli ka suurem juhtimismeetodite üldarv ($r = 0,56$; $p < 0,01$). Ja kuna Alessi ja Trollip (2001: 53) väidavad, et nupud on kõige populaarsemad ja kõige kasutajasõbralikumad õppija poolse juhtimise meetodid, siis saadud tulemus viitab samuti, et suurema hulga juhtimismeetodite puhul on kasulikud nupud. Teise põhjusena võib tuua Boling ja tema kolleegide (1998) uurimustulemuse, et nupud sisaldavad ikoonidega võrreldes enam sõnu (informatsiooni nupu funktsiooni kohta) ning seetõttu on kasutajatele enam mõistetavad. Analüüsides antud uurimuse elektroonilistes õpikutes kasutatud nuppe, selgus, et koguni 97% nuppudest olid varustatud tekstiga ja 44% nuppudest kasutajatele tuttavad (samad, mis *Microsoft* tarkvara või *Internet Explorer*'i või *Netscape* korral). Kolmanda põhjusena tuleb aga märkida, et eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute korral, kus oli enam nuppe, oli väiksem hüperlinkide arv (lineaarkorrelatsioon $-0,39$; $p < 0,05$). Kuna aga hüperlinkide arv oli tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemusega negatiivses seoses, kuid kõikide juhtimismeetodite arv positiivses seoses, võib väita, et tüdrukud vajavad enam võimalusi elektroonilise õpiku juhtimiseks, kuid nende võimalustena on otsustavamad nupud.

Tüdrukute järeltesti tulemustega oli positiivselt seotud tuntud ikoonide ning tuntud juhtimismeetodite protsent (Mikk & Luik, 2005). Tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemusega oli aga positiivses seoses tuntud nuppude protsent. Kuigi tuntud nuppude protsent oli statistiliselt oluliselt seotud ka kõikide õpilaste õpitulemusega (käsitletud eelmises paragrahvis), polnud see karakteristik statistiliselt oluliselt seotud poiste korrigeeritud järeltesti tulemusega. Ka siin võivad põhjuseks olla tüdrukute madalamad hinnangud oma arvutioskustele. Arvutis kogenematamad kasutajad peavad interpreteerima enam ikoone ja nuppe, samal ajal kui arvutis kogenenud kasutajad tunnevad nuppude funktsiooni kergesti ära (Boling jt., 1998).

Tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemus oli samuti positiivses seoses kerimisvõimalusega materjalis liikumiseks. Samale tulemusele jõuti analüüsides poiste ja tüdrukute järeltestide tulemuste seoseid elektrooniliste õpikute teemadega (Mikk & Luik, 2005). Kuna sama karakteristik oli positiivselt seotud ka kõikide õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemusega, siis käsitleti seda põhjalikumalt eelmises paragrahvis. Põhjuseks, miks antud karakteristik poiste õpitulemusega statistiliselt olulist seost ei andnud, võivad aga jälle olla poiste kõrgemad hinnangud oma arvutikasutamisioskustele. Kuna kerimine on tänapäeval enam levinud, siis see navigeerimisviis on kerge ka kogenematute kasutajate jaoks, klaviatuuri kasutamine aga eeldab klahvide funktsioonide tundmist. Lisaks oli kerimisvõimalus eksperimendis kasutatud elektroonilistes õpikutes positiivselt seotud rippmenüüde arvuga ($\rho = 0,60$; $p < 0,01$), mis oli samuti tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemusega positiivselt seotud.

Tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemus oli antud uurimuse tulemuste põhjal suurem, kui õppematerjali alamsisukord oli kogu aeg nähtaval. Nähtavasti informeeris sellise võimaluse olemasolu kasutajat ühest küljest materjali struktuurist ning teisalt hõlbustas materjalis orienteerumist. Uurides selle karakteristiku seoseid teiste karakteristikutega, selgus, et kõikidel juhtudel, kus materjalis oli nähtaval alamsisukord, oli see esitatud paneelmenüüdega. Seega oli alamsisukord tegelikkuses hüperlingid, mille abil sai liikuda vastava infoühiku juurde.

Elektroonilise õpiku käsitsemist iseloomustavate karakteristikute seas ilmes antud eksperimendis interneti kasutamise positiivne seos tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemusega. Nähtavasti oli internet tüdrukute jaoks tuttavam (astakkorrelatsioon tuttavate nuppude protsendiga 0,60; kerimisega 0,66; mõlemal juhul $p < 0,01$) ning seetõttu jällegi selle käsitsemise lihtsam.

Kujundust iseloomustavatest karakteristikutest oli samaaegselt üleliigse tekstiga esitatud graafika ja video protsent statistiliselt oluliselt negatiivselt seotud nii tüdrukute kui ka poiste korrigeeritud järeltesti tulemusega. Seega vastavalt Swelleri (2002) tunnetuskoormuse teooriale üleliigne materjal mõjub õppimistulemusele negatiivselt ning seda nii poiste kui ka tüdrukute puhul. Tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemus oli aga lisaks negatiivselt seotud samaaegselt koos seotud tekstiga esitatud graafika ja video protsendiga. Järeltestide puhul olid aga vaid tüdrukute tulemused statistiliselt oluliselt seotud nii samaaegselt üleliigse tekstiga esitatud graafika/video protsendi kui ka samaaegselt koos seotud tekstiga esitatud graafika/video protsendiga (Mikk & Luik, 2005).

Samuti oli tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemus negatiivses seoses info esitamisega raamis. Raam info ümber näib olevat üleliigne, mis tõmbas enam tüdrukute kui poiste tähelepanu õppematerjalilt eemale.

Tüdrukute õpitulemus oli seotud teksti esitamise võimalustega. Nagu eelmises paragrahviski leiti, et kaldkirjas teksti oli raskem lugeda, mistõttu esitades enam teksti kaldkirjas oli tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemus väiksem. Tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemus oli aga positiivselt seotud ka

reavahega teksti esitamisel. Suurema reavahega teksti puhul said tüdrukud paremaid õpitulemusi. Suurema reavahega olid antud eksperimendis esitatud internetipõhiste või internetti kasutatavate elektrooniliste õpikute tekstid (astakorrelatsioonid interneti kasutamise, paneelmenüüde ja kerimisega vastavalt 0,43; 0,74 ja 0,49; kõikidel juhtudel $p < 0,01$). Phillips (1997: 88) soovib, et loetavuse seisukohalt teksti vahelised read peaks olema 2–4 punkti suuremad kui teksti suurus. Antud eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute puhul oli reavahe kas tekstiga sama suur või 2 punkti suurem teksti suurus. Ka Alessi ja Trollip (2001: 63) märgivad, et teksti reavahe mõjutab loetavust ning teksti atraktiivsust.

Tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemus oli väiksem juhul, kui elektroonilises õpikus esitati valge tekst mustal taustal. Tumede taustade korral olid ka eksperimendis osalenud kogu õpilaskontingendi õpitulemused väiksemad võrreldes heledate taustadega elektrooniliste õpikutega ning saadud tulemust käsitleti eelmises paragrahvis. Põhjuseks, miks must taust valge tekstiga poiste õpitulemusega seotud polnud, võivad aga jällegi olla poiste kõrgemad hinnangud oma arvutioskustele. Paremate arvutikasutusoskustega õppijatel on enam kogemusi ka erinevate taustadega materjalide lugemises.

Ükski **enesekontrolli** karakteristik polnud seotud poiste korrigeeritud järeltesti tulemusega. Statistiliselt olulised erinevused poiste ja tüdrukute õpitulemuste ning karakteristikute korrelatsioonide vahel leidsid aga just kolme enesekontrolli iseloomustava karakteristikuga. Kõik need karakteristikud (enesekontrollis võimalus valida küsimuste arvu, vale vastuse korral antav uus võimalus vastamiseks ja õige vastuse korral kiitev tagasiside) olid negatiivselt seotud tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemusega. Võimalus valida enesekontrollis küsimuste arvu andis statistiliselt olulise negatiivse seose ka tüdrukute järeltesti tulemustega (Mikk & Luik, 2005). Kuna samad kolm tüdrukute korrigeeritud järeltestiga negatiivse seose andnud karakteristikut olid negatiivselt seotud ka kõikide õpilaste õpitulemusega, siis käsitleti neid põhjalikumalt eelmises paragrahvis.

Siin aga püüaks selgitada, miks enesekontrolli karakteristikud olid seotud ainult tüdrukute ja mitte poiste õpitulemusega. Caftori (1994) väidab, et tüdrukud on vähem enesekindlad kui poisid ning Chanlin (1999) kirjutab, et tüdrukud tahavad saada enam tagasisidet kui poisid. Ankeetides antud hinnangute põhjal ei leidunud statistiliselt olulist erinevust enesekontrolli kasutuses poiste ja tüdrukute vahel (Mann-Whitney testiga $p > 0,05$). Arvestades aga, et ühe eksperimendis kasutatud elektroonilise õpiku enesekontroll oli tagasisideta, võrreldi poiste ja tüdrukute enesekontrolli kasutust ka tagasisidet pakkuvate elektrooniliste õpikute teemade puhul. Tulemusena selgus, et tagasiside korral kasutasid tüdrukud statistiliselt oluliselt enam enesekontrolli kui poisid (Mann-Whitney testiga $p < 0,05$). Seega ka antud uurimuse tulemused olid kooskõlas Chanlin'i (1999) väitega. Põhjus, miks tüdrukud enam tagasisidet pakkuvat enesekontrolli kasutavad, võib Chanlin'i (1999) arvates olla poiste ning tüdrukute erinevad õppimisstiilid.

Seega üks võimalik põhjus, miks enesekontrolli karakteristikud olid seotud enam tüdrukute õpitulemustega, võiski olla asjaolu, et tüdrukud kasutasid enam enesekontrolli ning elektroonilise õpiku poolt antav tagasiside mõjutas seega enam just nende õpitulemust.

Nagu nägime selles paragrahvis, oli poiste ja tüdrukute õpitulemus seotud erinevate elektrooniliste õpikute karakteristikutega. Kui tüdrukute puhul tuleks kõige enam arvestada õpitarkvara käsitlemise karakteristikutega, siis poiste puhul polnud ühtki elektroonilise õpiku käsitlemist iseloomustavat karakteristikut, mis oleks andnud statistiliselt olulise seose korrigeeritud järeltesti tulemusega. Seega võib eeldada, et poiste puhul pole erinevust, kas õppetekst esitatakse traditsioonilises või elektroonilises õpikus. Kindlasti oli siin üheks põhjuseks ka antud eksperimendis ilmnunud poiste kõrgemad hinnangud arvutikasutusoskustele ning kindlusele töös arvutiga enne eksperimenti, nagu selgus õpilaste ankeetidest.

Tüdrukute õpitulemusega oli statistiliselt olulises seoses enam keeruline elektroonilise õpiku käsitlemine ning see võis olla ka põhjuseks, miks tüdrukud said arvutite abil toimuva õppega madalama õpitulemuse kui poisid. See aga kindlasti ei tähenda, et tüdrukud oleksid vähem edukad arvutioskuste omandamises. Jättes analüüsist välja enne eksperimenti enda arvutioskused 'üsna halvaks' ning arvutikindluse 'veidi ebakindlaks' hinnanud õpilased, ei olnud poiste ja tüdrukute järeltestide ega ka korrigeeritud järeltestide tulemustes statistiliselt olulist erinevust (t-testiga mõlemal korral $p > 0,05$). Samuti ilmnis ankeetidest, et poiste ja tüdrukute hinnangud arvutipõhise õppe kasutamise meeldivusele koolis polnud statistiliselt oluliselt erinevad (Mann-Whitney testiga $p > 0,05$).

Kui antud paragrahvi pealkirjas püstitati küsimus, kas poistele ja tüdrukutele on vaja erinevaid elektroonilisi õpikuid, siis vastus oleks eitav. Õpitarkvara on võimalik koostada nii, et selle abil õppides saaks arvutipõhise õppega häid õpitulemusi nii poisid kui ka tüdrukud. Kuna tüdrukud vajasisid lihtsamini käsitsetavaid elektroonilisi õpikuid, tuleks õpitarkvara käsitlemine kavandada vastavalt tüdrukute vajadustele. Võib küll tekkida kartus, et selline õpitarkvara on poiste jaoks liiga kerge, ebahuvitav, mis ei motiveeri poisse elektroonilisi õpikuid kasutama ning seetõttu mõjub poiste õpitulemusele negatiivselt. Antud eksperimendi tulemustest selgus aga, et lihtsalt käsitsetavad elektroonilised õpikud ei halvendanud poiste õpitulemust. Nii poiste kui ka tüdrukute õpitulemusega olid seotud aga teksti keerukus, info esitamiskiivid ning kujundus. Samuti on vajalik pöörata tähelepanu, et tüdrukud saaks tagasisidet oma õppimise edukuse kohta.

§4. KAS AKADEEMILISELT EDUKATELE JA VÄHEMEDUKATELE ÕPILASTELE ON VAJA ERINEVAID ELEKTROONILISI ÕPIKUID?

Najjar (2001) väidab, et veel vähe on uuritud multimeediumi efektiivsust erineva akadeemilise edukusega õpilaste korral. Samas toob ta välja, et õpitarkvara on efektiivsem nende õppijate korral, kel väiksem eelteadmiste tase või võimekus õpitaval alal. Ka antud uurimuses püüti jõuda selgusele, millised olid need õppematerjali karakteristikud, millede korral akadeemiliselt edukad õpilased said häid õpitulemusi ja millistele karakteristikutele tuleks tähelepanu pöörata koostades ning valides õpitarkvara akadeemiliselt vähemedukatele õpilastele.

Käesolevas uurimuses polnud võimalik õpilaste akadeemilise edukuse määramisel lähtuda koolihinnetest ega õpetajate hinnangutest, kuna uurimuses osalenud õpilased olid võetud erinevatest koolidest. Seega kasutati madalamate ja kõrgemate ainealaste teadmistega õpilaste väljaselgitamiseks järgmist analüüsi. Arvutati kõikide õpilaste kõikide ainete kõikide järetestide keskmine tulemus (48,9%) ning selle standardhälve (14,7%). Lahutades järetestide keskmisest tulemusest pool standardhälvet, saadi piir, millest allapoole jäi akadeemiliselt vähemedukate õpilaste keskmine tulemus (vähem kui 41,5% kõikide järetestide keskmisest tulemusest). Liites järetestide keskmisele tulemusele pool standardhälvet, saadi piir, millest ülespoole jäi akadeemiliselt edukate õpilaste keskmine tulemus (enam kui 56,3% kõikide järetestide keskmisest tulemusest). Järetestide keskmisest tulemusest poole standardhälbe võrra üles ja allapoole jäid akadeemiliselt keskmise edukusega õpilaste tulemused.

Sellise analüüsiga eraldus antud uurimuse kontingendist 19 akadeemiliselt edukat, 16 akadeemiliselt keskmise edukusega ja 19 akadeemiliselt vähemedukat õpilast. Õpilaste edukus polnud seoses sooga (Spearmani astakkorrelatsioon $\rho = -0,009$; $p > 0,05$). Kuna arvutipõhisest õppest nähakse kasu eelkõige õppetöö individualiseerimisel ja õpilaste erivajaduste puhul, siis järgnevates analüüsides keskendutakse akadeemiliselt edukatele ning vähemedukatele õpilastele ning akadeemiliselt keskmise edukusega õpilased on välja jätud.

4.1. Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste võrdlus testide tulemuste ning elektrooniliste õpikute osas

Nii eel- ja järetestide kui ka korrigeeritud järetestide keskmised tulemused õpilaste akadeemilise edukuse lõikes olid loomulikult paremad akadeemiliselt edukate õpilaste puhul (t-testiga, kõikidel juhtudel $p < 0,05$; vt. ka tabel 3.8). Tulemuste varieeruvuse vahel polnud aga statistiliselt olulist erinevust ei eeltestide, järetestide ega korrigeeritud järetestide puhul võrreldes nõrgema ja tugevama kognitiivse võimekusega õpilasi (Levenne testiga; kõik $p > 0,05$).

Tabel 3.8. Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste eel- ja järeltestide ning korrigeeritud järeltestide keskmised tulemused koos standardhälvetega (protsentides).

	Eeltest		Järeltest		Korrigeeritud järeltest	
	aritmeeti- line kesk- mine (%)	standard- hälve (%)	aritmeeti- line kesk- mine (%)	standard- hälve (%)	aritmeeti- line kesk- mine (%)	standard- hälve (%)
Akadeemiliselt edukad õpilased	32,6	20,6	63,8	15,7	63,8	14,8
Akadeemiliselt vähemedukad õpilased	17,8	16,6	32,4	16,0	32,4	12,7

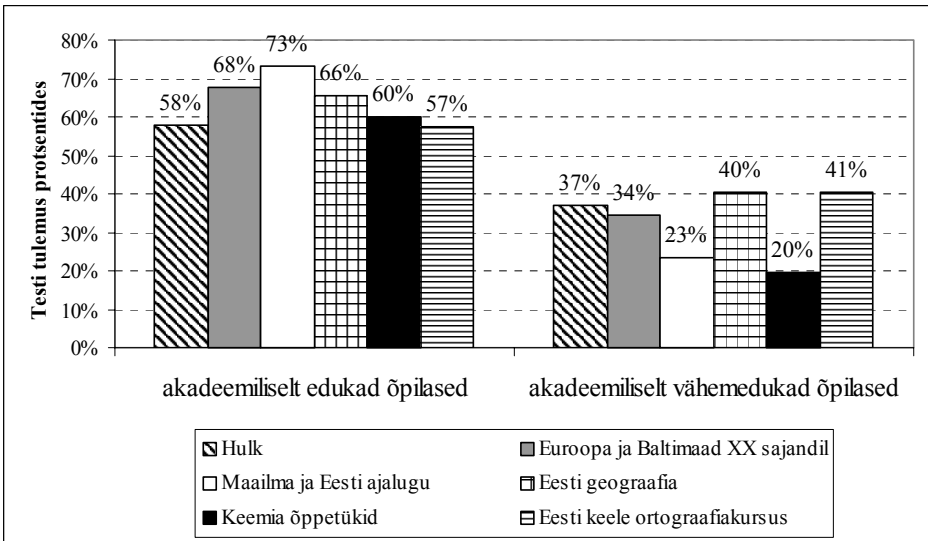
Võrreldes elektrooniliste õpikute kaupa selgus, et matemaatika eeltestide keskmiste tulemuste vahel polnud statistiliselt olulist erinevust (t-testiga, $p > 0,05$) võrreldes akadeemiliselt edukaid ja vähemedukaid õpilasi. Küll oli erinevus matemaatika järeltestide keskmiste tulemuste vahel, kus kõrgemate ainealaste teadmistega õpilased edestasid madalamate ainealaste teadmistega õpilasi (t-testiga, $p < 0,01$). Ülejäänud elektrooniliste õpikute puhul olid nii eeltesti kui ka järeltesti keskmised tulemused paremad akadeemiliselt edukatel õpilastel võrreldes akadeemiliselt vähemedukate õpilastega.

Dispersionanalüüsi abil võrreldi akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste testide tulemuste aritmeetilisi keskmisi erinevate elektrooniliste õpikute korral. *Tukey Post Hoc* test andis tulemuseks, et akadeemiliselt edukate õpilaste korral oli elektroonilise õpiku *Eesti keele ortograafiakursus* ja elektroonilise õpiku *Eesti geograafia* eeltestide keskmine tulemus statistiliselt oluliselt kõrgem mõlema ajaloo elektroonilise õpiku ja matemaatika elektroonilise õpiku eeltestide keskmistest tulemustest ($p < 0,01$). Akadeemiliselt vähemedukate õpilaste puhul oli aga statistiliselt oluliselt kõrgem elektroonilise õpiku *Eesti keele ortograafiakursus* eeltesti keskmine tulemus võrreldes ülejäänud elektrooniliste õpikute eeltestide keskmiste tulemustega ($p < 0,01$).

Tugevama kognitiivse võimekusega õpilaste järeltestide keskmised tulemused polnud eri elektrooniliste õpikute korral statistiliselt oluliselt erinevad ($p > 0,05$). Nõrgema kognitiivse võimekusega õpilaste elektroonilise õpiku *Eesti keele ortograafiakursus* järeltestide keskmine tulemus oli statistiliselt oluliselt parem kui elektrooniliste õpikute *Keemia õppetükid* ning *Maailma ja Eesti ajalugu* järeltestide keskmiste tulemuste korral ($p < 0,01$). Seega kui akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemus polnud seotud ainega, siis akadeemiliselt vähemedukad õpilased said paremaid tulemusi õppides emakeele elektroonilise õpikuga võrreldes keemia ning ühe ajaloo elektroonilise õpikuga.

Joonisel 3.5 on kujutatud korrigeeritud järeltestide keskmiste tulemuste võrdlus erinevate elektrooniliste õpikute lõikes õpilaste akadeemilise edukuse

järgi. Ka korrigeeritud järeltestide keskmised tulemused polnud kõrgemate ainealaste teadmistega õpilaste korral statistiliselt oluliselt erinevad võrreldes erinevaid uurimuses kasutatud elektroonilisi õpikuid ($p > 0,05$). Madalamate ainealaste teadmistega õpilaste puhul olid aga elektrooniliste õpikute *Eesti keele ortograafiakursus* ja *Eesti geograafia* korrigeeritud järeltestide keskmised tulemused statistiliselt oluliselt paremad kui elektroonilise õpiku *Keemia õppetükid* korrigeeritud järeltestide keskmised tulemused ($p < 0,01$). Kuna korrigeeritud järeltest võtab arvesse ka eelteadmiste taset, võib väita, et akadeemiliselt vähemedukate õpilased saavutasid enam õppides eesti keele ja geograafia elektrooniliste õpikute kui keemia elektroonilise õpiku teemade abil.



Joonis 3.5. Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltestide tulemuste võrdlus erinevate elektrooniliste õpikute korral.

4.2. Millised karakteristikud võivad muuta elektroonilised õpikud efektiivseks akadeemiliselt edukate ja millised akadeemiliselt vähemedukate õpilaste jaoks?

Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste jaoks elektrooniliste õpikute efektiivsete karakteristikute väljaselgitamise puhul kasutati korrelatsioonanalüüsi. Õpitulemuseks võeti korrigeeritud järeltesti keskmine tulemus iga teema korral, kus kovariandina oli arvesse võetud ka eeltesti tulemus. Elektrooniliste õpikute teemade karakteristikute ning vastavate teemade abil akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste poolt õppides saavutatud korrigeeritud järeltestide tulemuste vahel leiti Spearmani astakorrelatsioonid (vt. Lisa 18). Statistiliselt olulised korrelatsioonid koos karakteristikute

keskmiste väärtuste ning väärtuste standardhälbega (standardhälvet pole toodud vaid alternatiivskaalal olevate karakteristikute puhul) on toodud tabelis 3.9.

Tabel 3.9. Spearmani astakorrelatsiooni koefitsiendid akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrigeeritud järetestide tulemuste ja elektrooniliste õpikute karakteristikute vahel.

Karakteristiku number	Karakteristiku nimi	Keskmine	Standardhälve	Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järetesti tulemusega	Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järetesti tulemusega
100	Interneti kasutamine	-0,31	0,76	0,40*	0,05
109	Tiitellehel juhised elektroonilise õpikuga jätkamiseks	0,38		-0,20	0,54**
110	Tiitellehe tihedus	4,14	1,16	-0,19	0,63**
121	Menüüde arv	7,14	2,37	0,38*	-0,04
126	Rippmenüüde arv	5,14	2,44	0,38*	-0,04
131	Hierarhilise menüü tasemete arv	0,51	0,51	0,20	-0,42**
138	Klahvikombinatsioonide arv	6,17	3,19	0,16	-0,36*
143	Otsingumootor	0,34		0,15	-0,67**
148	Juhtimismeetodeid kokku	22,29	12,82	0,37*	-0,12
149	Tuntud juhtimismeetodite protsent	56%	37%	-0,03	0,41**
1491	Tuntud nuppude protsent	44%	34%	0,03	0,46**
151	Tuntud ikoonide protsent	64%	39%	0,03	0,39*
203	Info kontsentratsioon	67%	22%	0,10	0,47**
204	Sümbolite protsent tekstis	3%	6%	-0,35*	0,08
205	Valemite protsent tekstis	5%	12%	-0,35*	0,02
209	Terminite arv tekstis	173,51	164,20	0,10	-0,34*
210	Terminite protsent tekstis	22%	14%	-0,41**	-0,21

Tabel 3.9. (Järg)

Karakteristiku number	Karakteristiku nimi	Keskmine	Standardhälve	Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeldesti tulemusega	Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldesti tulemusega
215	Klaviatuuri kasutamise võimalus õppematerjalis liikumiseks	0,66		-0,15	0,67**
216	Õppematerjalis liikumiseks võimalik kasutada nii kerimist kui ka klaviatuuri	0,51		0,04	0,51**
218	Info raamis	0,36		-0,38*	-0,11
240	Analoogiad	-0,66	1,04	0,38*	0,03
241	Näited	0,94	0,94	-0,05	0,41**
244	Graafika liikide arv	3,06	1,81	0,16	-0,33*
245	Kokku graafikat ja videot	11,17	14,11	0,02	-0,38*
2511	Kolmemõõtmeliste kujutiste arv	7,94	11,40	0,11	-0,48**
253	Videote arv	2,83	7,01	-0,14	-0,48**
257	Meedialiidide arv	2,00	0,77	-0,25	-0,40*
260	Graafika ja video koos seotud tekstiga	62%	44%	-0,39*	-0,44*
2601	Graafika ja video koos üleliigse tekstiga	14%	24%	-0,27	-0,58**
304	Küsimuste arvu valik	0,17		-0,13	-0,50**
305	Õppetunni kohta käivate küsimuste arv	10,53	15,02	-0,39*	0,09
318	Küsimuste olulisus	0,76	0,43	-0,24	0,39*
319	Vastamine klaviatuuriga	32%	47%	-0,40*	0,35*
322	Juhend vastamiseks	0,47		-0,29	0,39*
325	Vastamise ökonoomsus	26,86	43,61	-0,08	0,63**
338	Teatatakse õigete vastuste protsent	47%	51%	-0,26	0,55**

* Statistiliselt oluline olulisusnivool 0,05

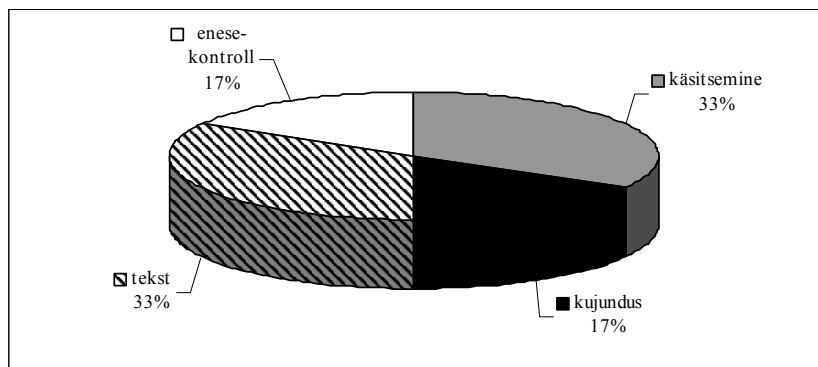
**Statistiliselt oluline olulisusnivool 0,01

Paksus trükikirjas toodud karakteristik on statistiliselt oluliselt erinevalt seotud akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldesti tulemusega olulisusnivool 0,05

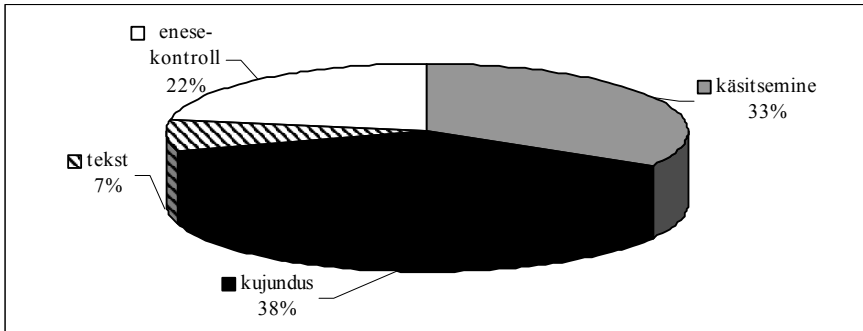
Kolme nominaalskaalal oleva karakteristikuga (nuppude ja ikoonide asukoht, teksti kirjatüüp ning teksti ja taustavärv) mõju akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltestide tulemustele kontrolliti dispersioonanalüüsiga. Statistiliselt oluline seos ilmnis akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemuse ja taustavärvi vahel ($p < 0,05$). *Tukey Post Hoc* test andis tulemuseks, et statistiliselt oluliselt väiksem korrigeeritud järeltesti tulemus madalamate ainealaste teadmistega õpilaste korral oli juhul, kui elektroonilises õpikus oli kasutatud tumedat tausta (must või tumeroheline) võrreldes heledate taustadega (valge ja beež).

Võttes kokku tabeli 3.9 ja dispersioonanalüüsi tulemused, näeme, et akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus oli seotud 12 elektroonilise õpiku karakteristikuga ja akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus 27 karakteristikuga. Ka Najjar (1996) väidab, et multimeediumi karakteristikud mõjutavad enam väikese eelteadmistega või väikese võimekusega õppijate õpitulemust.

Joonistelt 3.6 ja 3.7 näeme, et elektroonilise õpiku käsitlemise karakteristikute osakaal oli praktiliselt võrdne. Samas akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemus oli enam seotud teksti karakteristikutega, kuid akadeemiliselt vähemedukate õpilaste õpitulemus kujunduse ja enesekontrolli karakteristikutega.



Joonis 3.6. Akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemusega statistiliselt olulises seoses olevate karakteristikute liigitus.



Joonis 3.7. Akadeemiliselt vähemedukate õpilaste õpitulemusega statistiliselt olulises seoses olevate karakteristikute liigitus.

Järgnevalt vaataks lähemalt, millised karakteristikud olid statistiliselt oluliselt seotud akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemusega. Lisaks tuuakse ära suuremad erinevused akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste elektrooniliste õpikute efektiivsete karakteristikute vahel ning püütakse neid erinevusi analüüsida.

Protsentuaalselt kõige enam statistiliselt oluliselt erinevaid korrelatsioone akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste võrdluses andsid **enese-kontrolli karakteristikud**. Õpitulemustega oli seotud 7 erinevat enesekontrolli karakteristikut (akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemusega 2 ja akadeemiliselt vähemedukate õpilaste õpitulemusega 6, kuid 1 karakteristik oli ühine) ja neist 6 (86% kõikidest statistiliselt olulise seose andnud enesekontrolli karakteristikutest) olid statistiliselt oluliselt erinevad.

Akadeemiliselt vähemedukad õpilased vajasisid vastamiseks juhendit. Siin võib üheks põhjuseks olla Swelleri (2002) tunnetuskoormuse teooriale vastavalt asjaolu, et vähemedukatel õpilastel oli kas kogu töömälu haaratud ainega ja nad ei suutnud mõelda vastamise nüanssidele või mõtlesid ainult vastamisele ja ei suutnud mõelda ainele. Teiseks põhjuseks võivad olla madalamate ainealaste teadmistega õpilaste madalamad hinnangud oma arvutioskustele (Mann-Whitney testiga, $p < 0,05$), nagu selgus antud uurimuse lõppankeetide põhjal. Samas polnud statistiliselt olulist erinevust hinnangutes kindlustundele arvutit kasutades võrreldes akadeemiliselt edukaid ja vähemedukaid õpilasi (Mann-Whitney testiga, $p > 0,05$). Kolmandaks põhjuseks võib aga olla antud karakteristiku seos küsimuste olulisusega ($\rho = 0,50$; $p < 0,01$) ja tekstis toodud näidetega ($\rho = 0,39$; $p < 0,05$). Nimelt olulisemate küsimuste ja tekstis toodud näidete korral oli akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus suurem.

Nagu märgitud, nõrgema kognitiivse võimekusega õpilased vajasisid ka olulisemaid küsimusi enesekontrollis. Vastavalt ankeetidele selgus, et akadeemiliselt vähemedukad õpilased kasutasid enesekontrolli sagedamini nii

kõikide elektrooniliste õpikute, tagasisidet pakkuvate elektrooniliste õpikute kui ka tagasisideta elektroonilise õpiku teemade korral (Mann Whitney testiga kõi-kidel juhtudel $p < 0,05$). Seega madalamate ainealaste teadmistega õpilased vajasisid enam informatsiooni oma õppimise tulemuslikkuse kohta kui akadeemi-liselt edukad õpilased ning seetõttu oli neile enam vaja ka õppe-eesmärgi seisukohalt olulisemaid küsimusi enesekontrollis.

Väiksemate ainealaste teadmiste korral ei pruugi õppija poolse juhtimise suur võimaluste hulk olla kasulik (Reed & Spuck, 1996; Barab jt., 1999). Seega ka enesekontrollis ei peaks pakkuma nõrgema kognitiivse võimekusega õpilastele küsimuste arvu valikut. Sama karakteristik oli statistiliselt oluliselt seotud ka kõikide õpilaste õpitulemusega. Põhjuseks, miks antud karakteristik aka-deemiliselt edukate õpilaste õpitulemusega statistiliselt olulist seost ei andnud, võib olla selle kontingendi paremad metakognitiivsed oskused. Kui Alessi ja Trollip (2001: 183) ei soovita anda noorematele õpilastele võimalust valida esitatavate küsimuste arvu, siis nähtavasti ka vanema kooliastme akadeemiliselt vähemedukad õpilased pole veel võimelised tegema vastavaid otsustusi. Nõr-gema kognitiivse võimekusega õppijad ei oska hinnata oma õppimise edukust või ebaedukust. Lubades neil enesekontrolli eel valida esitatavate küsimuste arvu, võisid nad valida liiga väikese küsimuste hulga ning tegelikku teadmiste kontrolli terve materjali ulatuses ei toimunud.

Enesekontrolli iseloomustavate karakteristikute seas leidis ka karakteristik, mis oli statistiliselt olulises negatiivses seoses kõrgemate ainealaste teadmistega õpilaste õpitulemusega ja statistiliselt olulises positiivses seoses madalamate ainealaste teadmistega õpilaste õpitulemusega. Selleks karakteristikuks oli enesekontrollis vastamine klaviatuuriga. Kuna kõrgemate ainealaste tead-mistega õpilased polnud motiveeritud enesekontrolli kasutama, siis valides selle võimaluse, tahtsid nad enesekontrolli läbida võimalikult kiiresti, mis oli või-malik just hiirega vastamise abil. Vastamise ökonoomsuse (vastamiseks vajalike maksimaalsete operatsioonide arvu) positiivne seos akadeemiliselt vähem-edukate õpilaste korrigeeritud õpitulemusega viitab aga sellele, et nõrgema kognitiivse võimekusega õpilaste puhul oli enesekontrollis vastuste sisestamine otstarbekam kui hiire abil vastamine. Nähtavasti osutatakse hiirega vastates sageli huupi vastuse variantidele ning küsimusele ja vastusele tähelepanu ei pööratagi. Sellisel juhul jäi vastamisel meelde pigem vastusevariandi asukoht või järjekorranumber, kui sisuline tähendus. Samuti võib kinnistuda vastus paremini, kui see sisestatakse täht-tähelt trükkides, mitte ei osutata hiirega. Lisaks võib siin olla üheks põhjuseks asjaolu, et klaviatuuri abil vastuse sisesta-mist nõudsid lihtsamini käsitsetavad elektroonilised õpikud (lineaarkorrelat-sioon tuntud juhtimismeetodite protsendiga 0,49 ja klahvikombinatsioonide arvuga $-0,56$; mõlemal juhul $p < 0,01$).

Huvitava tulemusena ilmnis eksperimendi tulemuste põhjal, et enese-kontrollis õpitud teema kohta esitatud küsimuste arv oli negatiivses seoses aka-deemiliselt edukate õpilaste õpitulemusega. Üheks võimalikuks põhjenduseks võib siin olla juba eelpoolmainitud tulemus, et kõrgema kognitiivse võime-

kusega õpilased kasutasid enesekontrolli vähem, nad polnud motiveeritud enesekontrolli kasutama. Saades enam küsimusi teema kohta, vastasid kõrgemate ainealaste teadmistega õpilased rohkem huupi ning tegelikku õpitu kinnistamist ei toimunud. Teiseks põhjuseks võib olla asjaolu, et elektroonilistes õpikutes, kus esitati enam enesekontrolli küsimusi, oli vähem menüüsid (lineaarkorrelatsioon menüüde arvuga $-0,59$ ja rippmenüüde arvuga $-0,56$; mõlemal juhul $p < 0,01$). Suurema menüüde arvu korral said aga akadeemiliselt edukad õpilased paremaid korrigeeritud järeltesti tulemusi. Samas oli teema kohta esitatud küsimuste arv statistiliselt oluliselt seotud ka küsimuste olulisusega ($\rho = 0,36$; $p < 0,05$).

Kuna akadeemiliselt vähemedukad õpilased vajasisid enam informatsiooni oma õppimise tulemuslikkuse kohta, oli ka loomulik, et enesekontrolli tagasiside karakteristikud olid seotud vaid akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemusega. Nii selgus, et nõrgema kognitiivse võimekusega õpilased vajasisid tagasisideks õigete vastuste protsenti. Nähtavasti õigete vastuste protsendi teadmine andis akadeemiliselt vähemedukatele õpilastele enam informatsiooni, kas nad on vastava materjali omandanud, sest ka Eesti koolisüsteemis toimub hindamine maksimumtulemusest saavutatud protsentide järgi.

Arvuliselt kõige enam statistiliselt oluliselt erinevaid korrelatsioone akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste lõikes andsid **elektroonilise õpiku käsitsemist** iseloomustavad karakteristikud. Tugevama kognitiivse võimekusega õpilaste puhul oli õpitulemus seotud 4 ja nõrgema kognitiivse võimekusega õpilaste puhul 9 elektroonilise õpiku käsitsemist iseloomustava karakteristikuga. Neist statistiliselt olulise korrelatsioonide erinevuse andsid koguni 11 karakteristikut (85% õpitulemustega seoses olevatest elektroonilise õpiku käsitsemise karakteristikutest).

Kuigi statistiliselt olulisi seoseid õpitulemusega andsid kõige enam elektroonilise õpiku käsitsemist kirjeldavad karakteristikud nii akadeemiliselt edukate kui ka vähemedukate õpilaste (vt. joonised 3.6 ja 3.7) puhul, oli erineva võimekusega õpilastel vaja erinevate käsitsemisvõimalustega elektroonilisi õpikuid. Ka varasemate uurimuste tulemused on näidanud, et ainealased teadmised mõjutavad õpitarkvaras navigeerimist (Lawless jt., 2003). Lisaks mõjutas antud eksperimendi tulemusi asjaolu, et akadeemiliselt edukad õpilased andsid enne eksperimendi statistiliselt oluliselt kõrgemad hinnangud oma arvuti- oskustele.

Nõrgema kognitiivse võimekusega õpilased vajasisid enam juhendeid ja seda juba tiitellehest alates. Neil oli vaja teada, kuidas tiitellehelt edasi saada, et jätkata elektroonilise õpikuga. Tiitellehel olevad juhendid olid ka statistiliselt oluliselt seotud klahvikombinatsioonide arvuga ($\rho = 0,40$; $p < 0,05$), mis samuti raskendavad elektroonilise õpiku käsitsemist.

Navigatsioonivahendid peaksid akadeemiliselt vähemedukate õpilaste jaoks olema võimalikult lihtsad. Nii selgus uurimuse tulemuste põhjal, et hierarhilised menüüd olid negatiivselt seotud akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korri-

geeritud järeldest tulemusega. Nähtavasti ei osanud madalama akadeemilise edukusega õpilased, kel oli vähem kogemusi arvutitega, hierarhilisest menüüst vajalikku üles leida. Ka elektroonilise õpiku käsitlemiseks vajalike klahvikombinatsioonide suurem arv vähendas madalamate ainealaste teadmistega õpilaste õpitulemust. Viimati märgitud tulemuse puhul võib jälle välja tuua akadeemiliselt vähemedukate õpilaste madalamad hinnangud oma arvutioskustele, kuid samas võib siin põhjus olla ka õpilaste võimekuses. Nagu Alessi ja Trollip (2001: 59) väidavad, on klahvikombinatsioonid raskemini meelde jäävamad ja raskemini tõlgendatavad. Rohkem klahvikombinatsioone oli elektroonilistes õpikutes, kus pakuti enam juhtimismeetodeid (vastavalt $r = 0,67$ ja $r = 0,46$; $p < 0,01$).

Akadeemiliselt edukad õpilased vajasisid õppija poolset juhtimisvõimalust: enam menüüsid, rippmenüüsid, juhtimismeetodeid. Ka Reed ja Spuck (1996) ning Barab jt. (1999) väidavad, et tugevama teadmistepõhjaga õpilased vajavad suuremat õppija poolset juhtimist, seevastu aga õpilased, kel teadmistebaas kyllustatud, saavad paremaid õpitulemusi suhteliselt madala õppija poolse juhtimisega õpitarkvara puhul. Akadeemiliselt vähemedukate õpilaste puhul oli aga õppija poolse juhtimise osas vajalik, et õpitarkvaras kasutatavad ikoonid, nupud ja juhtimismeetodid oleksid neile tuntud. Eriti vajalik oli see inglise keelsete juhtimismeetodite osas, mille tähendus võib jääda kergesti meelde tugevama kognitiivse võimekusega õpilastele, kuid mille meenutamine võis raskusi valmistada nõrgema kognitiivse võimekusega õpilastele. Samuti võib siin olla põhjus juba eelpoolmainitud madalamate ainealaste teadmistega õpilaste madalamad hinnangud oma arvutioskusele, mis muutis keerulisemaks tundmatute ikoonide, nuppude ja juhtimismeetodite interpreteerimise.

Uurimuse tulemuste põhjal selgus, et elektroonilises õpikus interneti kasutamine oli positiivses seoses kõrgema akadeemilise edukusega õpilaste õpitulemusega. Kuna internet on ammendamatu informatsiooniallikas, pakkusid interneti lisamaterjalid akadeemiliselt edukamatele õpilastele kindlasti enam võimalusi oma teadmisi täiendada ning õppematerjal, mis sisaldas tugevama kognitiivse võimekusega õpilaste jaoks juba teada-tuntud fakte, võis muutuda huvitavamaks.

Kui kõikide õpilaste ja tüdrukute õpitulemus oli seotud kerimisvõimalusega materjalis liikumiseks, siis madalama akadeemilise edukusega õpilased vajasisid lisaks hiirega liikumisele ka võimalust liikuda materjalis klahvide *Page Down* ja *Page Up* abil. Siin võib olla põhjenduseks, et hiirega kerimisel ei asu info enam konkreetsetes kohas, kuid inimesed on harjunud meenutama informatsiooni, mis on vaadatud lehe fikseeritud positsioonis (Alessi & Trollip, 2001: 66; Cassie, 2003). Ka Alessi ja Trollip (2001: 60) soovivad neid kaht vahendit (kerimine ja klaviatuuri kasutamine) dubleerida. Võimalust liikuda materjalis klahvide *Page Down* ja *Page Up* abil pakkusid elektroonilised õpikud, kus info kontsentratsioon oli suurem ning graafika ja video koguarv väiksem (Spearmani astakorrelatsioonikordajad vastavalt 0,66 ja $-0,57$; mõlemal juhul $p < 0,01$).

Akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus oli negatiivses seoses ka otsingumootori kasutamisevõimalusega. Alessi ja Trollip (2001: 161) väidavad, et informatsiooni otsimine õpitarkvarast on kiirem kui traditsioonilisest õpikust ning leiavad, et otsimisvõimaluste pakkumine õppematerjalis on õppijale vajalik. Antud uurimuse tulemuse üheks põhjenduseks võib olla õppeülesande iseloom. Uurimuses kasutati elektroonilisi õpikuid uue materjali õppimiseks, mitte vana kordamiseks või info otsimiseks ning konkreetse sõna või fraasi otsimine polnud antud ülesande täitmiseks oluline. Teiseks põhjuseks võib olla asjaolu, et materjali ühendamine hüpertextis võib olla madalamate ainealaste teadmistega õpilastele keeruline seetõttu, et nad pole võimelised määrama, milline info on neile vajalik ja kus nad materjalis asuvad (Lawless jt., 2003). Seetõttu võisid madalama kognitiivse võimekusega õpilased küll kasutada otsingumootorit, kuid see ei aidanud neil täita õppe-eesmärke. Pigem võis tekkida olukord, kus sõna või fraasi otsides eksis õpilane materjalis ära, teadmata kuidas ta konkreetsele lehele sattus või kuidas sealt tagasi saada. Kolmandaks põhjuseks võib aga jällegi olla eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute iseärasus. Nimelt pakkusid otsingumootorit elektroonilised õpikud, kus oli vähem tuntud juhtimismeetodeid, tuntud nuppe ja tuntud ikoone (astakorrelatsioonid vastavalt $-0,63$; $-0,79$ ja $-0,59$; kõikidel juhtudel $p < 0,01$) ja kus oli enam kolmemõõtmelisi kujutisi ($\rho = 0,66$; $p < 0,01$).

Kujundust iseloomustavatest karakteristikutest olid akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste õpitulemusega seotud 11 erinevat karakteristikut. Neist 4 (s.o. 36% kujundust iseloomustavatest karakteristikutest) andsid statistiliselt olulised erinevad korrelatsioonid. Kui poiste ja tüdrukute võrdluses leidis 3 karakteristikut, mis olid samasuunaliselt ja statistiliselt oluliselt seotud nii poiste kui ka tüdrukute õpitulemustega, siis võrreldes õpilasi akadeemilise edukuse järgi leidis vaid üks selline karakteristik. Tekstiga koos esitatud graafika ja video halvendas nii akadeemiliselt edukate kui ka vähemedukate õpilaste õpitulemust.

Huvitava tulemusena ilmnis, et koos üleliigse tekstiga esitatud graafika ja video protsent oli negatiivses seoses vaid akadeemiliselt vähemedukate õpilaste õpitulemusega. Nähtavasti oskasid kõrgema kognitiivse võimekusega õpilased paremini aru saada, millal oli tekst või graafika/video liigne ning kasutasid vaid üht infoallikat. Madalama kognitiivse võimekusega õpilased lugesid aga teksti ning vaatasid graafikat või videot ka siis, kui graafika või video oli täielikult mõistetav tekstitagi ning ei suutnud neid ühendada. Gyselinck ja tema kolleegid (2000) väidavadki, et esitus, mis sisaldab liiga keerulisi teksti-pildi ühendusi, võib olla kahjulik nõrgema kognitiivse võimekusega õpilastele.

Graafika osas selgus veel üks huvitav tulemus, et madalamate ainealaste teadmistega õpilaste õpitulemus andis negatiivsed korrelatsioonid nii graafika liikide arvu, graafika ja video koguarvu kui ka kolmemõõtmeliste kujutiste arvuga. Vastavad karakteristikud olid ka omavahel tihedalt seotud. Korrelatsioon graafika liikide arvu ning graafika ja video koguarvu vahel oli $0,67$, graafika liikide arvu ja kolmemõõtmeliste kujutiste protsendi vahel $0,41$ ning

graafika ja video koguarvu ning kolmemõõtmeliste kujutiste protsendi vahel 0,87 (kõigil kolmel juhul $p < 0,01$). Seega graafika mõistmine, eriti kolmemõõtmelise graafika korral, võib olla nõrgema kognitiivse võimekusega õpilaste jaoks keerulisem. Saadud tulemus on vastuolus Mayeri ja Gallini (1990) uurimuse tulemusega, et illustratsioonid aitasid madalamate eelteadmistega õpilastel meenutada tekstilist informatsiooni ja lahendada loominguulisi ülesandeid. Siin võis olla põhjuseks kognitiivne ülekulu (Mayer & Moreno, 2003), mis tekib kui vajalik kognitiivne töötlus ületab õppija kognitiivse mahu. Nähtavasti informatsiooni hulk, mida oli vaja korraga töödelda, oli akadeemiliselt vähemedukate õpilaste jaoks liiga suur ja nad polnud võimelised seda töötlemata.

Akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus oli väiksem, kui elektroonilise õpiku teema esitamises kasutati enam videoid. Saadud tulemus kehtis ka kõikide õpilaste puhul ning selle selgituseks toodi Mayeri modaalsuse printsiip. Siinkohal käsitleks, miks videote arv akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemusega statistiliselt olulist negatiivset seost ei andnud. Nähtavasti suudavad akadeemiliselt edukad õpilased paremini jagada oma tähelepanu kahe sama kanalit kasutava infoallika vahel.

Ka meedialiikide arv oli negatiivselt seotud akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemustega. Elektrooniliste õpikute teemade korral, mis esitasid informatsiooni kasutades enam erinevaid meedialiike (tekst, graafika, video), olid akadeemiliselt vähemedukate õpilaste õpitulemused väiksemad. Najjar (2001) väidab, et multimeediumi materjalidel baseeruv õpe on efektiivsem väiksema eelteadmiste taseme või võimekusega õppijate korral. Põhjuseks, miks antud uurimuse tulemuste põhjal enamate meedialiikide kasutamise korral just akadeemiliselt vähemedukad õpilased väiksemaid õpitulemusi said, võib olla Mayer'i ja Moreno (2003) väide, et multimeediumi disaini efektid mõjuvad enam madalama kui kõrgema teadmiste baasiga õppijatele. Seega kui meedialiike ei kasutata õppe-eesmärkide saavutamiseks, vaid atraktiivsuse pärast (astakkorrelatsioon kasutatud meedialiikide arvu ning ekspertide poolt arvuti võimaluste ärakasutamisele antud hinnangu vahel 0,40; $p < 0,05$; kasutatud meedialiikide arvu ja teostuse huvitavuse vaheline astakkorrelatsioon 0,62; $p < 0,01$) ning kui ei osata arvestada erinevate meedialiikide koostoimet, ei pruugi multimeedium õppimistulemust suurendada.

Kõikide õpilaste õpitulemusega andis statistiliselt olulise seose kujunduse karakteristikuna info kontsentratsioon. Võrreldes akadeemiliselt edukaid ja vähemedukaid õpilasi ilmnes, et ekraani täitvad elektroonilise õpiku aknad olid otstarbekad just madalama kognitiivse võimekusega õpilaste puhul. Nähtavasti tõmbas üleliigne materjal nende tähelepanu enam. Siin võib olla põhjuseks madalamate ainealaste teadmistega õpilaste madalam motivatsioon, mistõttu nende õpilaste tähelepanu oli kergem eemale juhtida. Samas on raamitud info korral raam samuti üleliigne, kuid see karakteristik oli negatiivses seoses hoopis akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemusega.

Antud uurimuse tulemusena ilmnes seos madalamate ainealaste teadmistega õpilaste õpitulemuse ja tiitellehe tiheduse (tiitellehel oleva infohulga) vahel.

Nõrgema kognitiivse võimekusega õpilased vajasisid enam informatsiooni tiitel-lehel. Eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute tiitellehti lähemalt analüüsid ilmes, et tiitellehtedel esitatava infohulga miinimum oli 3 ja maksimum 6 infoühikut. Minimaalset infot pakkunud tiitellehed andsid kasutajatele liiga vähe infot. Enam infot pakkunud tiitellehtedel oli toodud ka teemad, mida elektroonilises õpikus käsitletakse, juhendid (korrelatsioon 0,88; $p < 0,01$) ning tiitelleht oli illustreeritud graafika abil. Õpiku-uurijad (Mikk, 2000: 182) soovivad anda sissejuhatuses eelorganiseerijad, mis aitavad infot organiseerida ning soodustavad teksti omandamist. Kuigi Alessi ja Trollip (2001: 49) ei soovita panna tiitellehele menüüsid, aitavad täisekraan-menüüna toodud peateemad kasutajal infot organiseerida. Illustreeriv graafika või animatsioon aga motiveeris kasutajat.

Teksti esituse korral said nõrgema kognitiivse võimekusega õpilased paremaid korrigeeritud järeltesti tulemusi tumeda teksti korral, mis oli esitatud heledal taustal, võrreldes materjali esitusega heleda tekstiga tumedal taustal. Ka siin võivad üheks põhjuseks olla madalamad hinnangud oma arvutioskuste akadeemiliselt vähemedukatel õpilastel, nagu ilmnes antud uurimuse kontingendist. Inimestel, kes on harjunud lugema traditsioonilistest raamatutest musta teksti valgelt taustalt ning on vähe kasutanud internetipõhiseid materjale, kus tausta värv ning tekstuur on väga erinev, võis olla raske harjuda ebatraditsioonilise värvivalikuga.

Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus oli seotud 6 **teksti** loetavust iseloomustava karakteristikuga. Neist 2 (s.o. 33% teksti kirjeldavatest karakteristikutest) andsid statistiliselt olulise erinevuse korrelatsioonide vahel.

Tekst oli tugevama kognitiivse võimekusega õpilastele keerulisem, kui see sisaldas enam süboleid ja valemeid ning terminite protsent tekstis oli suur. Samas polnud nõrgema kognitiivse võimekusega õpilaste õpitulemus seoses mitte terminite protsendiga, vaid terminite arvuga. Nähtavasti akadeemiliselt vähemedukad õpilased ei üritanudki tundmatutest sõnadest aru saada, olid nn. pinnapealsed õppijad ning üritasid materjali pähe tuupida mitte mõista. Pähe õppimisel polegi aga erilist tähtsust, kas tegemist oli tuntud või tundmatu sõnaga, loeb ainult õpitava teksti pikkus (Speramani astakkorrelatsioon tähe-märkides teksti pikkuse ning terminite arvu vahel $\rho = 0,84$ $p < 0,001$) ehk terminite üldhulk.

Teksti aitasid arusaadavamaks muuta kõrgemate ainealaste teadmistega õpilaste jaoks analoogiad ja madalamate ainealaste teadmistega õpilaste jaoks näited. Siin võib olla selgituseks asjaolu, et analoogiate abil õppimine võis olla keerulisem, nõrgemate kognitiivsete võimetega õpilased ei pruukinud nendest aru saada, ega osanud teadmisi üle kanda. Näited on lihtsamini mõistetavad ning konkreetsemad. Ka Dillon (1996, ref Berry, 2000) väidab, et kui madalamate ainealaste teadmistega õppijad eelistavad vähem informatsiooni ja enam selgitusi, siis kõrgemate ainealaste teadmistega õppijad enam informatsiooni. Näited on üheks selgituste liigiks, mis aitasid akadeemiliselt vähem-

edukaid õppijaid, samas kui analoogiad pakkusid ka lisainformatsiooni, olles efektiivsed akadeemiliselt edukate õpilaste puhul.

Nagu eelmises, nii ka selles paragrahvis nägime, et erinevate õpilaskontingentide õpitulemus oli seotud elektrooniliste õpikute erinevate karakteristikutega. Leidus mitmeid olulisi erinevusi õpitulemusega seoses olevate karakteristikute osas kõrgemate ja madalamate ainealaste teadmistega õpilaste korral. Seega leidis kinnitust hüpotees, et akadeemiliselt edukate ja akadeemiliselt vähemedukate õpilaste jaoks on efektiivsed erinevad elektrooniliste õpikute karakteristikud.

Et õpitarkvara vastaks erinevate tasemetega õpilastele, tuleks elektroonilise õpiku käsitsemine kavandada kasutades õpilaste jaoks tuntud navigatsiooni-vahendeid, lisada juhiseid ning pakkuda infot õppimise kohta. Kõrgema kognitiivse võimekusega õpilaste jaoks tuleks anda enam õppija poolset juhtimisvõimalust materjali valiku ja selle järjekorra üle. Samuti vajasid akadeemiliselt edukamad õpilased lisamaterjali õppetunni täienduseks. Ka Amber (2000) väidab, et õpitarkvara peab pakkuma toetust nii algajatele kui ka ekspertidele ja tuleks arvestada, et ekspertidel on suuremad vajadused kui algajatel kasutajatel.

Teksti esitatava õpitarkvara korral peaks teksti esituses ning teksti-graafika koosesitamises arvestama õpilaste individuaalsete iseärasustega. Nagu nägime, muutsid akadeemiliselt edukate õpilaste jaoks teksti lihtsamaks analoogiad ning akadeemiliselt vähemedukate õpilaste jaoks näited. Keerulise kolmemõõtmelise graafika suur hulk aga võib vähendada akadeemiliselt vähemedukate õpilaste õpitulemust.

Kui eelmise paragrahvi lõpus leiti kokkuvõttes, et poiste ning tüdrukute jaoks pole vaja erinevat õpitarkvara, siis õpitarkvara kavandajad, kes tahavad arvestada õpilaste erineva akadeemilise edukusega, peaksid vähemalt enesekontrollid koostama erinevalt akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste jaoks. Akadeemiliselt edukate õpilaste korral peaks olema enesekontrollis vastamine võimalikult lihtne (hiire abil valikvastustega), kuid akadeemiliselt vähemedukate õpilaste puhul võiks enesekontrolli küsimused olla koostatud nii, et õpilane peab vastuse klaviatuurilt sisestama. Nagu eksperimendi tulemustest ilmnes, kasutasid enesekontrolli enam nõrgema kognitiivse võimekusega õpilased, seega, kui pole võimalik koostada erinevaid enesekontrolle erineva võimekusega õppijate jaoks, tuleks enesekontroll koostada akadeemiliselt vähemedukate õpilaste vajadustest lähtuvalt.

KOKKUVÕTE ELEKTROONILISTE ÕPIKUTE EKSPERIMENDIST

Antud eksperimendi tulemuste põhjal erinevate õpilasarühmade õpitulemustega seose andnud elektrooniliste õpikute karakteristikuid arvestades saab anda soovitused elektrooniliste õpikute koostamiseks ja valikuks, mille abil õppides saavutaks õpilased paremaid õpitulemusi. Eesti koolide õpetajad on järjest enam hakanud ka ise õpitarkvara koostama (*PowerPoint* esitlused, veebilehed). Nii mitmedki toodud elektrooniliste õpikute efektiivsed karakteristikud (eriti kujunduse ja teksti osas) on ülekantavad ka nendele õppematerjalidele. Eesti koolides kasutakse õpilaste enesetestimiseks testprogramme *APSTest* ja *Hot Potatoes* ning nende abil koostavad õpetajad küsimusi ja teste. Ka need elektroonilised testid peavad vastama arvutipõhise testimise printsiipidele. Seega, toodud enesekontrolli efektiivseid karakteristikuid võiks arvestada õpilastele harjutusmaterjali koostamise juures.

Antud soovitused arvestavad, et vastava õpitarkvaraga õppides saavutaks häid tulemusi kõik õpilased, nii poisid kui ka tüdrukud, nii akadeemiliselt võimekad kui ka vähemvõimekad õpilased. Saadud soovitused on jaotatud neljaks vastavalt eksperimendis kasutatud elektrooniliste õpikute karakteristikute liigitusele (õpitarkvara poolt pakutavaid võimalusi kirjeldavad karakteristikud, mis oli viiendaks liigiks, statistiliselt olulisi seoseid ei andnud).

Programmi käsitlemise osas:

- Anda elektroonilise õpiku käsitlemise kohta juhiseid, ka tiitellehel peavad olema juhised programmi jätkamiseks.
- Anda õppijatele võimalust juhtida oma õppimist (menüüd, nupud jms).
- Kasutada elektroonilise õpiku juhtimiseks nuppe ja menüüsid, kuid vältida klahvikombinatsioonide kasutamist.
- Nuppudest ja ikoonidest kasutada õppijate jaoks tuntud nuppe. Näiteks võiks võtta kasutusele analoogsed nupud ning ikoonid nagu *MS Office* tarkvarade puhul.
- Võimaldada materjalis tagasipöördumiseks tagasi-nuppu, mis aitab vähendada võimalust materjalis äraeksida.
- Võimaldada teksti märkimiseks kasutada järjehoidjaid, et vajaduse korral hiljem hõlpsalt materjali üles leida.
- Juhul kui õpitarkvara on mõeldud seal pakutava informatsiooni täielikuks omandamiseks ning konkreetsete teemade kaupa läbimiseks, mitte anda kasutajatele võimalust kasutada otsingumootorit.
- Materjalis orienteerumise hõlbustamiseks kasutada alaliselt nähtavat õppematerjali sisukorda.

- Elektroonilise õpiku käsitlemine on mitmete õpilaste jaoks lihtsam menüüde abil (rippmenüüd ja paneelmenüüd), keerulisem aga kasutades hüperlinke.
- Menüüde puhul vältida hierarhilisi menüüsid, mille tasemed on õppijale peidetud ning seetõttu ei pruugi õppijad vajalikku informatsiooni üles leida.
- Hüperlinkide arv elektroonilises õpikus, mille õppematerjal on mõeldud informatsiooni täielikuks omandamiseks, hoida madal.
- Muuta hüperlingid kasutaja jaoks nähtavaks kasutades kursori muutust.
- Võimaldada õppijatel õppematerjalil liikumiseks nii kerimist kui ka klaviatuuri.
- Õppijate jaoks lihtsamini kasutatavad on internetipõhised või interneti brauseritele toetuvad elektroonilised õpikud. Interneti viiteid kasutav õpitarkvara pakub ka lisamaterjali.

Kujunduse osas:

- Pakkuda tiitellehel informatsiooni programmi sisu, autorite jms. kohta.
- Hoida elektroonilise õpiku informatsiooni esitav aken suurena, et ekraanil asuv kõrvaline materjal ei juhiks õppijate tähelepanu õppe-eesmärkidelt kõrvale.
- Vältida informatsiooni esitamisel raami info ümber, mis võib tõmmata õppija tähelepanu õppematerjalilt eemale ning takistada silma liikumist.
- Õppimise seisukohalt on tume tekst heledal taustal otstarbekam, kui hele tekst tumedal taustal.
- Arvutiekraanilt paremini loetav on tekst 1,2-se reavahega.
- Vältida informatsiooni esitamiseks suurte tekstilõikude esitamist kaldkirjas, mida on raskem lugeda.
- Abstraktsuse vähendamiseks kasutada graafikat ja varustada graafika pealkirjadega.
- Vältida graafika esitamist koos üleliigse (dubleeriva) tekstiga.
- Kuna graafika ning videoga koos esitatud seotud teksti puhul oli õpilaste õpitulemus väiksem, näib olevat otstarbekas integreerida tekst ning graafika ühtseks tervikuks.
- Mitte kasutada korraka mitmeid erinevaid graafikaliike.
- Mitmete meedialiikide koos kasutamisel tuleks arvestada nende koostoimet.
- Õppijatele on mõistetavam lihtne graafika, vältida tuleks aga keerukaid kolmemõõtmelisi kujutisi.
- Video kasutamine pole otstarbekas juhul, kui dünaamilist esitust selgitav informatsioon esitatakse kirjaliku teksti abil.

Teksti loetavuse osas:

- Hoida terminite arv ja tihedus tekstis väike.
- Hoida teksti nimisõnade terminilisus madal, vältida termineid menüüdes.

- Hoida sümbolite ja valemite protsent tekstis madal.
- Teksti mõistetavuseks tuua sisse nii analoogiaid kui ka näiteid.

Enesekontrolli osas:

- Mitte anda kasutajale võimalust valida küsimuste arvu, selle asemel pakkuda õppijale võimalust enesekontrolli katkestada, kui ta tunneb, et õpitu on omandatud.
- Pakkuda vastamiseks juhendit.
- Koostada enesekontrolli küsimused vastavalt akadeemiliselt vähemvõimekate õpilaste vajadustele: trükitava vastusega ning olulised küsimused.
- Koostada enesekontrolli küsimused võimaluse korral eriliigilised, sest akadeemiliselt edukate õpilaste jaoks oli otstarbekas vastamine hiire abil, kuid akadeemiliselt vähemedukad õpilased said paremaid õpitulemusi trükkides vastust klaviatuuri abil.
- Vale vastuse korral mitte anda uut võimalust vastamiseks.
- Õige vastuse tagasiside peab küll olema positiivne, kuid ei pea olema kiitus.
- Pakkuda õppijatele ka summaarset tagasisidet (õigete vastuste protsendi teatamine).

Kahjuks puuduvad antud soovitude hulgas soovitus heli kohta. Uurimuses kasutatud elektroonilised õpikud ei pakkunud vastavat multimeediumi võimalust ja seetõttu ei osutunud heli uurimine võimalikuks. Samuti vajavad edasist uurimist erinevate multimeediumi komponentide (tekst, graafika, video, heli) ühendamine, teksti ja graafika seosed, nende vaheline optimaalne kaugus arvutiekraanil ning graafika iseloom ja kvaliteet.

IV EFEKTIIVSED KARAKTERISTIKUD DRILLPROGRAMMIDE KOOSTAMISEKS JA VALIKUKS

§1. DRILLPROGRAMMIDE EKSPERIMENDI ÜLDISED TULEMUSED

Eesti koolide algastmes kasutatavast õpitarkvarast moodustavad olulise osa drillprogrammid ning arvutipõhised testid (Tipp, 2004). Testprogrammide *APSTest* ning *Hot Potatoes* abil koostavad meie koolide õpetajad õpilastele küsimusi ja teste, lisaks kasutatakse tabelarvutusprogrammi *Excel* õpilastele harjutavate ülesannete koostamiseks. Kuid arvutipõhine testimine erineb oluliselt paberkandjal testi sooritamisest (McDonald, 2002). Elektrooniliste õpikute eksperimendis sai uuritud eelkõige teksti ning staatilise graafika esitamist ning paigutust kirjeldavate karakteristikute efektiivsust. Võimalik oli uurida vaid mõningaid animatsioone ning videoid iseloomustavaid karakteristikuid. Hoopis käsitlemata jäid heli puuduvad karakteristikud. Kuna drillprogrammid esitatakse sageli atraktiivsemate vahenditega kui eelkõige tekstil baseeruv õpitarkvara, siis andis antud eksperiment võimaluse kontrollida ka enamate meedialiikide mõju õpitulemusele.

Drillprogrammide eksperimendi eesmärkideks oli:

- 1) selgitada, millised drillprogrammide karakteristikud on seotud õpilaste õpitulemustega;
- 2) kas poiste jaoks efektiivsed drillprogrammide karakteristikud on efektiivsed ka tüdrukute jaoks ja vastupidi;
- 3) analüüsida, mil määral on erinevad akadeemiliselt edukate ning vähem edukate õpilaste õpitulemusega statistiliselt oluliselt seotud drillprogrammide karakteristikud;

Eksperimendis kasutatud drillprogrammid valiti kahest erinevast õppeainest – matemaatikast ja inglise keelest. Et ainst tingitud erinevused ei hakkaks hiljem mõjutama drillprogrammi efektiivsete karakteristikute leidmist, tuleb kõigepealt selgitada, kas õpitulemus sõltus konkreetsest õppeainest. Antud paragrahvis tuuaksegi välja, millised olid keskmised tulemused matemaatika ja inglise keele drillprogrammide puhul. Samuti püütakse selgitada, kas mõnede tulemuste (eel- ja järeltestide ning teadmiste juurdekasvu ja korrigeeritud järeltestide korral) vahel matemaatikas ja inglise keeles oli statistiliselt olulisi erinevusi. Lisaks uuritakse drillprogrammi järjekorra ning keele võimalikku kõrvalmõju õpitulemustele.

Võrreldes eel- ja järeltestide keskmisi tulemusi (kõigepealt leiti kõikide õpilaste keskmine tulemus teemade kaupa ja seejärel keskmine tulemus vasta-

vas aines) ning teadmiste juurdekasvu matemaatikas ja inglise keeles, ilmnes, et matemaatika ja inglise keele drillprogrammide korral polnud statistiliselt olulist erinevust nendes keskmistes tulemustes (t-testiga kõikidel juhtudel $p > 0,05$) ega ka nende varieeruvuses (Levene testiga kõikidel juhtudel $p > 0,05$). Eel- ja järeltestide ning teadmiste juurdekasvu keskmised tulemused ning nende standardhälbed matemaatikas ning inglise keeles on toodud tabelis 4.1.

Tabel 4.1. Matemaatika ja inglise keele drillprogrammide eeltestide ja järeltestide ja teadmiste juurdekasvu keskmised tulemused koos standardhälvetega.

Aine	eeltesti keskmine tulemus (%)	standardhälve (%)	järeltesti keskmine tulemus (%)	standardhälve (%)	keskmine teadmiste juurdekasv (%)	standardhälve (%)
Matemaatika	78,3	6,9	81,0	5,3	2,7	3,8
Inglise keel	74,8	7,7	79,3	9,8	4,5	3,1

Eel- ja järeltesti tulemuse vahel oli statistiliselt oluline ja tugev positiivne seos ($r = 0,83$; $p < 0,01$). Teemade korral, kus õpilastel olid suuremad eelteadmised ja –oskused (eeltesti tulemus), saavutati ka parem järeltesti tulemus. Kuna eel- ja järeltesti tulemused olid omavahel statistiliselt olulises seoses, arvatati kovariatsioonanalüüsi abil korrigeeritud järeltesti tulemused mõlemas aines. Selleks valiti kovariatsioonanalüüsis kovariandiks eeltesti tulemus ja faktoriks aine. Korrigeeritud järeltestide keskmised tulemused koos standardhälvetega nii matemaatikas kui ka inglise keeles on toodud tabelis 4.2. Ka matemaatika ja inglise keele korrigeeritud järeltestide tulemuste ega varieeruvuse vahel polnud statistiliselt olulist erinevust (mõlemal juhul $p > 0,05$).

Tabel 4.1. Matemaatika ja inglise keele drillprogrammide korrigeeritud järeltestide tulemused koos standardhälvetega.

Aine	korrigeeritud järeltesti keskmine tulemus (%)	standardhälve (%)
Matemaatika	78,6	4,4
Inglise keel	81,1	5,0

Analoogiliselt elektrooniliste õpikute eksperimendile kontrolliti ka drillprogrammide eksperimendi korral, kas drillprogrammi järjekord eksperimendis avaldas mõju õpitulemusele. Kontrolliti kahte hüpoteesi:

- Hiljem kasutatud drillprogrammide korral olid õpilased omandanud vajalikud arvutikasutusoskused ning seetõttu saavutati eksperimendis hiljem kasutatud drillprogrammidega paremad tulemused.
- Parimad õpitulemused saavutati eksperimendi keskel kasutatud õpiprogrammidega, kui õpilastel olid vajalikud arvutikasutusoskused omandatud, kuid polnud veel tekkinud tüdimust.

Esimest hüpoteesi kontrolliti lineaarkorrelatsiooniga. Ilmnes, et drillprogrammide järjekord polnud statistiliselt oluliselt seotud ei eeltesti ega järeltesti tulemuse, ei teadmiste juurdekasvu ega korrigeeritud järeltesti tulemusega (vastavalt $r = 0,09$; $r = 0,10$; $r = -0,03$ ja $r = 0,01$; kõikidel juhtudel $p > 0,05$). Teise hüpoteesi kontrollimiseks kasutati mitmest regressioonikordajat. Ka see hüpotees ei leidnud kinnitust (eeltesti tulemuse korral $R^2 = 0,25$; järeltesti tulemuse korral $R^2 = 0,12$; teadmiste juurdekasvu korral $R^2 = 0,05$; korrigeeritud järeltesti tulemuse korral $R^2 = 0,08$; kõikidel juhtudel $p > 0,05$).

Kuna drillprogrammide eksperimendis kasutati nii eestikeelseid, kui ka inglise keelseid õpiprogramme, kerkis küsimus, kas võõrkeelsed õpiprogrammid on kasutatavad algklassi õpilaste puhul? Võrreldes kõiki eksperimendis kasutatud drillprogramme selgus, et polnud statistiliselt olulist erinevust eestikeelsete ja võõrkeelsete õpiprogrammide puhul ei järeltestide, teadmiste juurdekasvu ega ka korrigeeritud järeltestide tulemustes (t-testiga kõikidel juhtudel $p > 0,05$). Kuna kõik emakeelsed drillprogrammid olid inglise keele õppimiseks, siis võrreldi ka emakeelsete ning võõrkeelsete õpiprogrammide abil saadud testitulemusi inglise keeles. Üllatavalt ilmnes, et kui järeltestide tulemuste korral polnud statistiliselt olulist erinevust ($p > 0,05$) emakeelsete ning võõrkeelsete drillprogrammide vahel, siis teadmiste juurdekasv ja korrigeeritud järeltestide tulemus oli suurem inglise keelsetel drillprogrammidel (keskmised tulemused inglise keelsetel vastavalt 5,2% ja 82,9%, emakeelsetel vastavalt 0,5% ja 78,2%; mõlemal juhul $p < 0,05$). Seega inglise keele õppimisel paranesid õpilaste teadmised võõrkeelse õpiprogrammi korral koguni enam.

Nagu nägime, selles eksperimendis aine ega drillprogrammi järjekord polnud seotud ühegi õpitulemusega (eel- ega järeltesti tulemus, teadmiste juurdekasv ega korrigeeritud järeltesti tulemus). Kuna eelmises eksperimendis kasutati õpitulemusena korrigeeritud järeltesti tulemust, siis põhjusel, et mõlema eksperimendi tulemused oleks võrreldavad, kasutati ka selles uurimuses õpitulemusena just korrigeeritud järeltesti tulemust. Korrigeeritud järeltesti tulemus ei sõltunud statistiliselt oluliselt drillprogrammi järjekorrast ega ainest. Ka ei saa väita, et võõrkeelsete õpiprogrammide puhul olid korrigeeritud järeltesti tulemused statistiliselt oluliselt halvemad võrreldes emakeelsete drillprogrammidega saadud tulemustega. Seega võib eeldada, et erinevused korrigeeritud järeltestide tulemustes erinevate drillprogrammide puhul on tingitud õpiprogrammide karakteristikute erinevatest väärtustest.

§2. DRILLPROGRAMMIDE EFEKTIIVSED KARAKTERISTIKUD

Järgnev paragrahv annab ülevaate, millised drillprogrammide karakteristikud olid antud eksperimendi tulemuste põhjal seotud uurimuses osalenud õpilaste õpitulemustega. Tulemusi analüüsitakse ja põhjendatakse toetudes varasemate uurimuste tulemustele, kasutatud õpitarkvara ning uurimuses osalenud kontingendi iseärasustele.

Arvestades õpilaste eelteadmiste taset leiti drillprogrammide efektiivsed karakteristikud lähtudes korrigeeritud järeltesti tulemustest. Selleks kasutati kovariatsioonanalüüsis kovariandina eeltestide tulemusi iga teema korral (faktoriks võeti teema ja kovariandiks eeltest). Selgitamaks, millised drillprogrammide karakteristikud olid seotud õpitulemusega, leiti Spearmani astakorrelatsioon konkreetse drillprogrammi teema abil saavutatud korrigeeritud järeltesti tulemuse ja vastava drillprogrammi teema karakteristikute vahel (vt. Lisa 19). Statistiliselt olulised korrelatsioonid koos karakteristikute keskmiste väärtuste ning väärtuste standardhälbega (standardhälvet pole toodud vaid alternatiivskaalal olevate karakteristikute puhul) on toodud tabelis 4.3.

Tabel 4.3. Spearmani astakorrelatsiooni koefitsiendid korrigeeritud järeltesti tulemuse ja drillprogrammi karakteristikute vahel.

Karakteristiku number	Karakteristiku nimi	Keskmine	Standardhälve	Korrelatsioon korrigeeritud järeltesti tulemusega
100	Eelleht	0,32		-0,39*
109	Tiitellehelt jätkamine	0,68		-0,64**
154	Võistlus skooriga	0,15		-0,39*
206	Küsimused grupeeritud keerukuse järgi	0,21		-0,34*
218	Drillprogrammi sisestus ja küsimuse akna osa ekraanist	25,0%	24,8%	0,38*
221	Küsimused eristatud	0,85		0,39*
226	Teksti suurus	17,1	7,6	0,44**
304	Küsimuste viis. Pilt-tekstilisele	39,9%	45,0%	0,34*
309	Valikvastustega küsimused	36,8%	46,6%	0,34*
314	Küsimustes graafika kui küsimuste kontekst	41%	50%	0,39*
318	Vastamine klaviatuuriga	68%	47%	-0,36*
3401	Tagasiside kompleksus	2,50	0,50	-0,36*
343	Tagasisideks olev animatsioon on kogu aeg üks ja sama	0,45		-0,69*

Tabel 4.3. (Järg)

Karakteristiku number	Karakteristiku nimi	Keskmine	Standardhälve	Korrelatsioon korrigeeritud järeltesti tulemusega
349	Skoor harjutamise ajal nähtaval	0,62		-0,39*
353	Jooksev aeg sekundites harjutamise ajal nähtaval	0,09		-0,34*
370	Vihjeks valitud vale vastuse märkimine (kaotamine)	0,12		0,42**

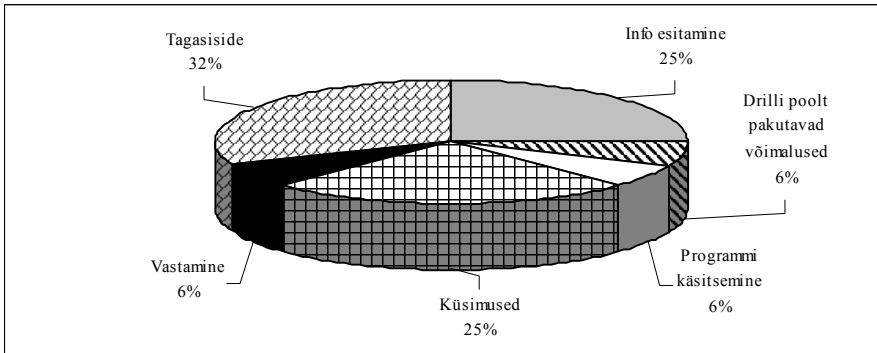
* Statistiliselt oluline olulisusnivool 0,05

**Statistiliselt oluline olulisusnivool 0,01

Nimetuste skaalal olevate karakteristikute seoseid korrigeeritud järeltesti tulemustega kontrolliti dispersioonanalüüsi abil. Nendeks karakteristikuteks olid nuppude ja ikoonide asukoht, tegelaskuju, teksti kirjatüüp ning tausta ja teksti värv. Ilmnes, et mitte ükski neist neljast nimetuste skaalal olevast karakteristikust ei avaldanud statistiliselt olulist mõju korrigeeritud järeltesti tulemusele (kõikidel juhtudel $p > 0,05$). Ka dispersioonanalüüsi abil analüüsitud karakteristik 'Üleminek järgmisele küsimusele' ei avaldanud mõju korrigeeritud järeltesti tulemusele.

Lisaks drillprogrammi karakteristikutele leiti Spearmani astakkorrelatsioonid korrigeeritud järeltesti tulemuse ja matemaatika ülesannete ning inglise keele sõnavara keerukust kirjeldavate karakteristikute vahel. Tulemusena selgus, et ükski matemaatika ülesandeid ega ka inglise keele sõnavara iseloomustav karakteristik polnud statistiliselt oluliselt seotud korrigeeritud järeltesti tulemusega.

Kuue teistkümnest korrigeeritud järeltesti tulemusega statistiliselt oluliselt seotud õpiprogrammi karakteristikust oli kõige enam drillprogrammi poolt pakutavat tagasisidet (5 karakteristikut), info esitamist ja küsimuste esitamist (mõlemat 4 karakteristikut) kirjeldavaid karakteristikuid (vt. joonis 4.2). Üks karakteristik iseloomustas drillprogrammi käsitsemist, üks drillprogrammi poolt pakutavaid võimalusi ja üks küsimustele vastamist. Seega leidis ka selle eksperimendi tulemuste põhjal kinnitust hüpotees, et lisaks info esitusele mõjutavad drillprogrammi efektiivsust õpiprogrammi käsitsemist ning tagasisidet kirjeldavad karakteristikud.



Joonis 4.2. Korrigeeritud järeltesti tulemusega statistiliselt olulises seoses olnud drillprogrammi karakteristikute osakaal liikide järgi.

Drillprogrammi käsitsemist iseloomustas küll vaid üks korrigeeritud järeltesti tulemusega statistiliselt olulise seose andnud karakteristik, mis kirjeldas tiitellehelt drillprogrammi jätkamist. Alessi ja Trollip (2001: 49) kirjutavad, et tiitelleht ei tohiks kaduda teatud aja pärast, vaid kasutaja peab saama otsustada, kas ja millal ta jätkab õpiprogrammiga. Antud eksperimendi tulemuste põhjal osutus aga korrigeeritud järeltesti tulemus väiksemaks, kui tiitellehelt edasisaamiseks läks vaja kasutaja tegevust (näiteks kui kasutaja pidi vajutama suvalist klahvi klaviatuuril või klikkima hiirega vajalikul valikul vms). Nähtavasti nooremate õpilaste puhul ja juhul, kui tiitelleht ei paku õppematerjali omandamise seiskohalt olulist informatsiooni või pole see informatsioon kasutajatele arusaadav (eksperimentis kasutatud drillprogrammidest 27 (79,4%) olid inglise keelsed), oli kasulik, kui õpiprogramm jätkus automaatselt tiitellehelt teatud aja (mõne sekundi) pärast.

Huvitav on märkida, et statistiliselt olulise seose andnud karakteristikutest vaid üks iseloomustas drillprogrammi käsitsemist. Siin võib olla põhjuseks asjaolu, et õpilased võisid enamike drillprogrammide korral läbida harjutatava teema ka õpiprogrammi käsitlemise vahendeid kasutamata. Õpetajad aitasid õpilastel avada õpiprogrammi või oli vastav drillprogramm juba avatud õpilaste klassi sisenemisel ning pärast harjutamise lõppemist aitasid õpetajad vajaduse korral lastel ka õpiprogrammist väljuda. See asjaolu selgitab, miks ikoonide, nuppude, käskude rohkus ja tunnus ning teised drillprogrammi käsitlemist iseloomustavad karakteristikud polnud seotud korrigeeritud järeltesti tulemusega antud eksperimendis.

Korrigeeritud järeltesti tulemusega statistiliselt olulises seoses olnud karakteristikutest kirjeldas **drillprogrammi poolt pakutavaid võimalusi** samuti vaid üks karakteristik: võistlus skooriga. Selgus, et drillprogrammide korral, mis pakkusid õpilastele võistlust skooriga oli õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus väiksem. Nähtavasti keskenduti sellisel juhul enam kõrgema

skoori saavutamisele kui õppe-eesmärkide täitmisele. Ka Alessi ja Trollip (2001: 204) nendivad, et võistlus skooriga on vähem motiveeriv kui võistlus kaaslase või arvutiga.

Info esitamise karakteristikutest oli korrigeeritud järeldestli tulemusega seotud eellehe olemasolu. Eksperimendis kasutatud drillprogrammidest 32%-l kuvati enne tiitellehte eelleht. Uurimuse tulemuste põhjal selgus, et eellehega drillprogrammide korral olid õpilaste õpitulemused madalamad. Kuna tegemist oli üleliigse informatsiooniga, samuti ei pakkunud eelleht mingit informatsiooni drillprogrammi sisu ega harjutatavate oskuste kohta, siis võis selline informatsioon õppija tähelepanu harjutatavalt oskusele hoopis eemale viia. Õppijate jaoks võis probleeme tekitada ka asjaolu, et eelleht ei kadunud üheski drillprogrammi ise, vaid jätkamiseks läks vaja kasutaja tegevust. Kui aga kasutaja ei teadnud, mida edasipääsemiseks teha, võis see temas frustratsiooni tekitada. Samuti võis siin põhjus olla asjaolu, et eksperimendis kasutatud eellehega drillprogrammides läks vaja kasutaja tegevust ka tiitellehelt edasipääsemiseks ja need pakkusid võistlust skooriga (astakorrelatsioonid vastavalt 0,60 ja 0,55; mõlemal juhul $p < 0,01$). Nimetatud kaks karakteristikut olid aga samuti korrigeeritud järeldestli tulemusega negatiivses seoses.

Antud eksperimendis kasutati kolme erinevat näitajat, mis iseloomustasid drillprogrammi poolt kaetavat ekraani osa. Nendeks olid drillprogrammi akna protsentuaalne osa tervest ekraanist, drillprogrammi küsimuse ja vastuse sisestusakna protsentuaalne osa tervest ekraanist ja õpiprogrammi poolt antava tagasiside akna protsentuaalne osa tervest ekraanist. Ilmnes, et korrigeeritud järeldestli tulemused olid suuremad, kui drillprogrammi küsimuse ja vastuse sisestusaken täitis suurema osa ekraanist. Drillprogrammide puhul on esitatav küsimus ja sellele vastamine kõige olulisemad osad. Seega peaks õppija tähelepanu küsimusele juhtimiseks kindlustama, et küsimust ja vastust/vastusevariante sisaldav õpiprogrammi osa hõlmaks kõige suurema ekraanipinna osa. Ja kui Alessi ja Trollip (2001: 63) väidavad, et tekst õpiprogrammis ei tohiks olla pigistatud poolele ekraanile, nii et ülejäänud ekraanipinna osa jääks tühjaks, siis drillprogrammide korral ei tohiks küsimuse ja vastuse sisestusakent väiksele ekraanipinnale pigistada. Tuleb ka märkida, et eksperimendis kasutatud drillprogrammide korral hõlmas küsimuse ja vastuse sisestusaken suurema osa ekraanist õpiprogrammide korral, kus tiitellehelt jätkus õpiprogramm automaatselt ($\rho = -0,65$; $p < 0,01$).

Kuna eksperimendis kasutatud drillprogrammid olid mõeldud eelkõige algklasside õpilastele, siis oli samuti oluline, et tekst, millega olid esitatud küsimused ja sisestatav vastus või vastusevariandid, oleks esitatud suuremas trükikirjas. Antud eksperimendi tulemused näitasid, et suurema teksti korral olid õpilaste õpitulemused paremad. Ka varasemad uurimused traditsiooniliste õppeedukatsioonidega on leidnud, et nooremate kasutajate jaoks peab tekst olema esitatud suurema kirjaga (Hughes & Wilkins, 2000). Antud eksperimendis esitati küsimused suurema kirjaga drillprogrammides, kus ei pakutud võistlust skooriga (astakorrelatsioon $-0,37$; $p < 0,05$).

Eksperimendi tulemusena selgus, et õpitulemus oli suurem, kui harjutatavad küsimused olid illustreerivast kontekstist eristatud. Nähtavasti suutsid õpilased eristatud küsimuste korral enam keskenduda harjutatavale oskusele ning drill-programmi illustreeriv kirevus ning mänguline kontekst ei tõmmanud nende tähelepanu õppimiselt eemale. Lisaks olid antud eksperimendis kasutatud drill-programmide korral illustreerivast kontekstist eristatud küsimused esitatud ka suurema trükikirjaga (astakkorrelatsioonid vastavalt 0,37; $p < 0,05$). Huvitav on märkida, et drillprogrammide puhul, kus küsimused olid illustreerivast kontekstist eristatud, märkisid õpilased ankeetidesse enam, et vastava drillprogrammiga õppimine on kui mäng ja meeldib, et drillprogramm ei pahanda valede vastuste pärast (korrelatsioonid vastavalt 0,40 ja 0,39; mõlemal juhul $p < 0,05$).

Antud eksperimendis kontrolliti **küsimuste** esitamise karakteristikuna kahte erinevat küsimuste grupeerimisviisi: keerukuse ja semantika järgi rühmitamist. Eksperimendi tulemusena ilmnes, et kui küsimused olid drillprogrammis rühmitatud keerukuse järgi, oli korrigeeritud järeltesti tulemus väiksem. Antud eksperimendi korralduses anti kõikidele katses osalenud õpilastele ühed ja samad küsimuste komplektid. Õpilane ega õpetaja ei võinud valida küsimuste komplekti õpilasele sobiva keerukuse järgi, seda isegi juhul kui drillprogramm pakkus sellist võimalust. Kuna aga õppijad olid oma taseme poolest erinevad, siis nähtavasti sellisel moel võisid sattuda ühte küsimuste komplekti mõne õppija jaoks liiga kerged või vastupidi liiga rasked küsimused. Küsimuste rühmitamine keerukuse järgi võib olla otstarbekas vaid juhul, kui igale õppijale antakse talle vastava tasemega küsimuste komplektid.

Küsimuste viisidest oli erinevates drillprogrammides kasutatud kuuldav tekstilisele, tekst pildilisele, pilt tekstilisele ja tekst tekstilisele küsimusi. Küsimuste liikidest esitati erinevates drillprogrammides valikvastustega küsimusi, sobitamisküsimusi ja vabavastuselisi küsimusi. Eksperimendi tulemusena ilmnes, et õpitulemus oli suurem küsimuste viisidest pilt tekstilisele (inglise keeles tuli valida või sisestada pildile vastav inglise keelne sõna ja matemaatikas leida kella numbrilauale vastav kellaeg minutilise täpsusega) ning küsimuste liikidest valikvastustega küsimuste puhul. Alessi ja Trollip (2001: 185) rõhutavad, et küsimuste viiside valikul peab arvestama õppe-eesmärke, raskusastet ja õppija karakteristikuid. Kuna enamus pilt tekstilisele küsimustest olid inglise keele õpiprogrammides, siis nähtavasti selline küsimuste viis oli inglise keele õppimisega alustavate laste jaoks sõnade õppimiseks kõige otstarbekam. Ka Dubois ja Vial (2000) ning Szabo ja Poohkay (1996) väidavad, et kuna tekst koos graafilise esitusega pakub eeliseid duaalseks kodeerimiseks, siis säilib selliselt esitatud informatsioon mälus paremini. Pilt tekstilisele esitatud küsimuste korral hõlmas drillprogrammi küsimuse esitamise ja vastuse sisestus-aken ka suurema osa ekraanipinnast ($r = 0,46$; $p < 0,01$).

Valikvastustega küsimused võivad aga olla otstarbekad põhjusel, et sellise küsimuste liigi puhul ei saa tekkida olukorda nagu vabavastuseliste küsimuste puhul, kus õppija peab sisestama ette teada vale vastuse, kuna õiget ta ei oska pakkudagi. Selleks, et edasi järgmise küsimuse juurde minna, peab ta aga ome-

tigi eelmisele midagi vastama. Samuti oli valikvastustega küsimuste puhul enamikel juhtudel võimalik vastamine kasutades hiirt (korrelatsioon hiire abil vastatavate küsimuste protsendiga 0,72 ja klaviatuuri abil vastavate küsimuste protsendiga $-0,79$; mõlemal juhul $p < 0,01$), mis on algklasside õpilaste jaoks lihtsam vahend vastuste sisestamiseks.

Antud uurimuse tulemuse põhjal selgus, et kui graafika oli esitatud küsimuste kontekstina (küsimus esitati seotult graafikaga), saavutasid õpilased paremaid õpitulemusi. Ka Alessi ja Trollip (2001: 187) soovivad esitada graafikat esmase stiimuli või vastusena nooremate laste ning kasutajate puhul, kel on lugemisega raskusi. Kuna antud eksperimendis osalesid 9–10-aastased lapsed, oli nende jaoks kindlasti lihtsam mõista graafiliselt esitatud küsimusi. Samuti oli graafika esitamine küsimuste kontekstina statistiliselt oluliselt ja positiivselt seotud küsimuste viisiga pilt tekstile ning küsimuse ja vastuse sisestamisakna osaga ekraanipinnast (Spearmani astakorrelatsioonid vastavalt 0,82 ja 0,66; mõlemal juhul $p < 0,01$). Mõlema viimatinimetatud karakteristiku suuremate väärtuste korral oli korrigeeritud järelesti tulemus samuti suurem.

Drillprogrammi poolt esitatud küsimustele **vastamist** kirjeldas vaid üks korrigeeritud järelesti tulemusega statistiliselt olulises seoses olnud karakteristik. Eksperimendi tulemuste põhjal osutus nimelt vastamine klaviatuuriga mitteotstarbekaks. Üheks põhjuseks saadud tulemusele võib olla fakt, et õpilased hindasid eelankeetides oma hiirekasutusoskusi kõrgemalt võrreldes klaviatuurilt trükkimisoskuse ja klaviatuuritundmisoskusega (Wilcoxon'i testiga mõlemal juhul $p < 0,01$). Seega nooremate õpilaste puhul võib olla vastuste sisestamine hiire abil lihtsam. Ka Alessi ja Trollip (2001: 105) kirjutavad, et klaviatuuriga vastamine on keerulisem, kuna see nõuab trükkimisoskusi ja õppija ei saa tähelepanu ekraanil hoida. Teiseks põhjuseks võib olla juba eelpoolmainitud statistiliselt oluline seos valikvastustega küsimuste protsendiga ($r = -0,79$; $p < 0,01$). Samas ankeetide põhjal ei saa väita, et klaviatuuriga vastamise puhul oleks õpilased vastuste sisestamise kergusele madalamaid hinnanguid andnud kui hiirega vastamise korral ($p > 0,05$).

Korrigeeritud järelesti tulemusega statistiliselt olulises seoses olnud karakteristikutest oli kõige enam **tagasisidet** kirjeldavaid karakteristikuid. Eksperimendi tulemustena ilmnes, et lihtne, vaid vastuse õigsusest teatava tagasiside korral oli korrigeeritud järelesti tulemus suurem kui komplekssema tagasiside (teatas vastuse õigsuse ja vale vastuse korral andis ka õige vastuse) korral. Üheks põhjuseks võib siin olla eksperimendis kasutatud drillprogrammide omapära. Nimelt komplekssemat tagasisidet pakkunud drillprogrammide korral oli tekst esitatud väiksema kirjaga (astakorrelatsioon $-0,41$; $p < 0,05$).

Lisaks teadete 'õige' või 'vale' erinevatele variatsioonidele anti eksperimendis kasutatud erinevate drillprogrammide puhul kasutajatele informatsiooni kogutud punktide, õigete vastuste protsendi, küsimuste läbimiseks kulunud aja ning vastamiskiiruse kohta. Uurimuse tulemuste põhjal leiti, et harjutamise ajal kasutajale skoori ning jooksva aja näitamine vähendas õpitulemust. Üheks

selgituseks saadud tulemusele võib olla minimaalset infot pakkuva tagasiside eelis kompleksse tagasiside ees, mida on maininud ka varasemad uurijad (Dempsey & Litchfield, 1993). Teiseks põhjuseks võib aga olla asjaolu, et mitmete infoühikute jälgimine harjutamise ajal võib suurendada kognitiivset ülekulu. Samuti võib alati nähtaval olev skoor või aeg juhtida õppija tähelepanu õppe-eesmärgilt eemale. Kasutajad ajasid taga kõrget punktisummat või kiiret täitmist, kuid oskuste paranemist ei toimunud. Ka õpilastele ei meeldinud kogu aeg nähtaval olev skoor (korrelatsioon õpilaste poolt vastusele järgnevale reageeringule antud hinnanguga $-0,34$, $p < 0,05$).

Uurimuse tulemuste põhjal ilmes, et korrigeeritud järeldest tulemus oli suurem kui tagasisideks antav animatsioon varieerus. Ka eksperimendis osalenud õpilastele meeldis enam varieeruv animatsioon (korrelatsioon karakteristiku 'Tagasisideks olev animatsioon on kogu aeg üks ja sama' ja õpilaste poolt vastusele järgnevale reageeringule antud hinnangu vahel $-0,64$; $p < 0,05$). Kogu aeg üks ja sama animatsioon nähtavasti ei motiveerinud õppijat. Ka Alessi ja Trollip (2001: 205) väidavad, et drillprogrammi variatiivsus võib suurendada õppija motivatsiooni, kuid samas toovad selle riskidena, et see võib tähelepanu kõrvale juhtida ning vähendada drillprogrammi täitmise kiirust. Kliman (1999) väidab, et õpitarkvara peab sisaldama variatiivsust, kindlustamaks, et see õpilase jaoks tüütuks ei muutuks. Tagasisideks erinevaid animatsioone pakkusid drillprogrammid, kus oli enam küsimusi esitatud esitusviisiga pilt tekstilisele ja küsimustes kasutati enam graafikat kui küsimuste konteksti (astakkorrelatsioonid vastavalt $-0,92$ ja $-0,89$; mõlemal juhul $p < 0,01$).

Vale vastuse korral võib drillprogramm pakkuda kasutajale vihjeid või juhendit õige vastuse leidmiseks ja uut võimalust vastamiseks. Vihjeid võib anda teksti, graafika (staatilise või animeeritud) või heli abil. Üheks tüüpilisemaks vihjeks antud eksperimendis kasutatud drillprogrammide puhul oli vale vastuse märkimine või kaotamine, et õpilane seda uuesti valida ei saaks. Katse tulemuste põhjal ilmses, et vihjena vale vastuse märkimine või kaotamine suurendas õpitulemust. Nähtavasti kaotades valikvastuste korral valitud valed vastused, jäi vastajale lõpuks silme ette õige vastus ning valed vastused ei kinnistunud. Vale vastuse märkimine oli ka statistiliselt olulises seoses tagasiside kompleksusega ($\rho = -0,38$; $p < 0,05$).

Drillprogrammide eeliseks loetakse, et õpiprogramm suudab anda õpilastele kohese positiivse tagasiside, mis suurendab õppe intensiivsust (Rattanapian & Gibbs, 1995; Trotter, 1998). Nagu eelpool nägime, olid korrigeeritud järeldest tulemused drillprogrammide puhul kõige enam seotud pakutava tagasisidega. Otstarbekam oli lihtne tagasiside, mis ei aeglusta drillprogrammi läbimist ega vähenda õpitulemust. Samas oli drillprogrammide puhul oluline ka informatsiooni ning küsimuste esitamine arvutiokraanil. Arvutil on rida eeliseid traditsiooniliste õppematerjalide ees (näiteks multimeediumi võimaluste kasutamine), kuid õpitarkvara koostajad peaksid hoolega jälgima, et neid vahendeid kasutatakse õppe-eesmärkide toetamiseks, mitte ei hajutataks nendega õppija tähelepanu.

§3. KAS POISTELE JA TÜDRUKUTELE ON VAJA ERINEVAID DRILLPROGRAMME

Uurimuste tulemused on näidanud, et eelkooliealisena huvituvad arvutitest ühtviisi nii poisid kui tüdrukud, kuid vanemas vanuseastmes köidavad arvutid enam poisse (NAEYC, 1996). Hattie (1990) märgib oma uurimuse tulemuse põhjal, et arvutitesse suhtumises polnud algkoolis poiste ja tüdrukute vahel erinevusi, kuid vanemas eas hakkasid need erinevused suhtumises tekkima. Ka McGrath ja Thurston (1992) väidavad, et alates kooli keskastmest jääb tüdrukute arvutihuvi tase maha poiste omast. Samas Rattanapian ja Gibbs (1995) nendivad, et erinevused poiste ja tüdrukute suhtumises arvutitesse ning käitumises eksisteerivad alates algkoolist kolledžini välja. Võrreldes tüdrukutega on poisid arvutitest enam huvitatud ning veedavad enam aega arvutite ees.

Kui elektrooniliste õpikute eksperimendi kontingendiks olid 10. klassi õpilased, kes alustasid tööd arvutitega koolieas, siis drillprogrammide eksperimendi kontingendist nii mõnedki õpilased tegid arvutitega tutvust juba enne kooli. Samuti võib eeldada, et nooremate õpilaste puhul pole suhtumine arvutisse poiste ja tüdrukute puhul nii erinev kui vanema kooliastme õpilaste korral. Järgnevas paragrahvis selgitataksegi, millised erinevused olid drillprogrammidega saavutatud õpitulemustes poiste ja tüdrukute puhul ning tuuakse välja, millised karakteristikud olid statistiliselt oluliselt seotud poiste ja millised tüdrukute õpitulemustega.

3.1 Poiste ja tüdrukute võrdlus testide tulemuste ning ainete osas

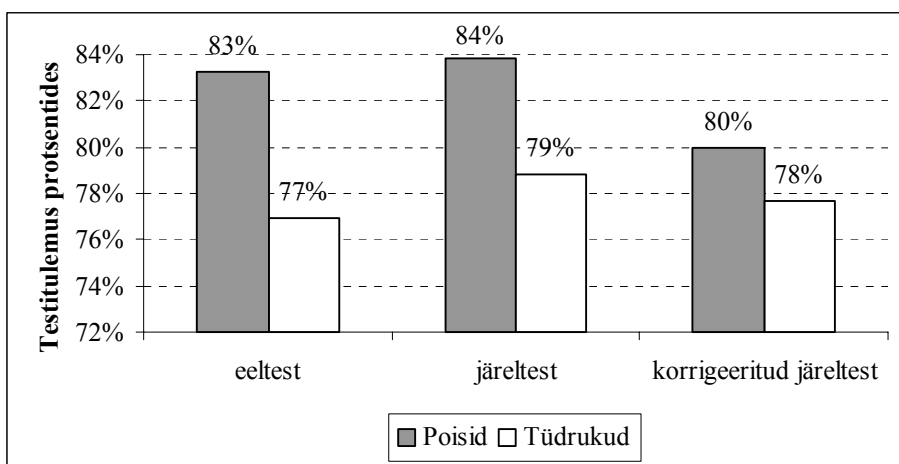
Drillprogrammide eksperimendis osales 37 poissi ja 43 tüdrukut. Võrreldes poiste ja tüdrukute erinevate testide keskmisi tulemusi selgus, et eel- ja järeltestide tulemustes polnud statistiliselt olulist erinevust poiste ja tüdrukute keskmiste testitulemuste vahel (t-testiga mõlemal juhul $p > 0,05$; vt. ka tabel 4.4).

Seega võib väita, et nii poiste ja tüdrukute eelteadmiste tase kui ka lõpptulemus pärast drillprogrammidega harjutamist polnud oluliselt erinevad. Küll aga ilmnas, et korrigeeritud järeltesti keskmine tulemus oli statistiliselt oluliselt suurem poiste puhul (t-testiga $p < 0,05$, vt. tabel 4.4). Kuna korrigeeritud järeltest võtab arvesse ka eelteadmiste taset, siis peab nentima, et poiste teadmised/oskused paranesid drillprogrammide abil enam kui tüdrukutel. Eel- ja järeltestide ning korrigeeritud järeltestide tulemuste varieeruvuses polnud poiste ja tüdrukute vahel aga statistiliselt olulist erinevust (Levenne testiga kõikidel juhtudel $p > 0,05$).

Tabel 4.4. Poiste ja tüdrukute eel- ja järeltestide ning korrigeeritud järeltestide keskmised tulemused koos standardhälvetega (protsentides).

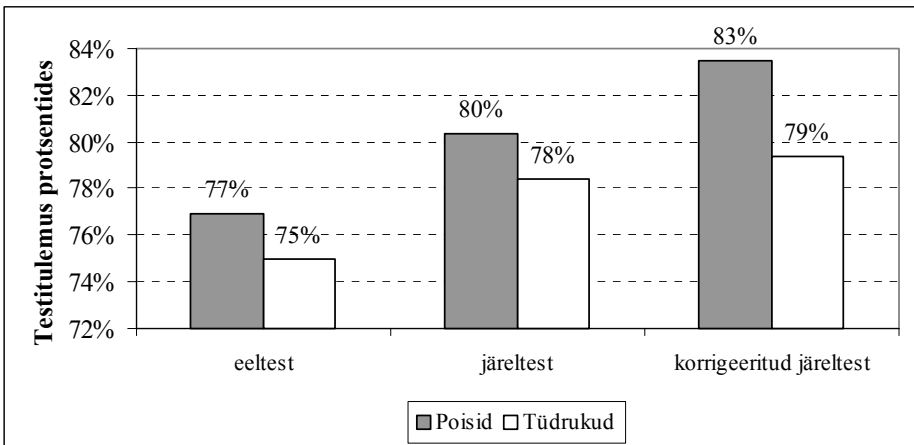
	Eeltest		Järeltest		Korrigeeritud järeltest	
	arit-meetiline keskmine	standard-hälve	arit-meetiline keskmine	standard-hälve	arit-meetiline keskmine	standard-hälve
Poisid	79,7	8,3	81,9	7,9	81,9	4,7
Tüdrukud	75,9	8,3	78,6	9,6	78,6	6,6

Kuna matemaatikat peetakse sageli meeste pärusmaaks (Hood & Togo, 1993/94) ja tüdrukutel arvatakse olevat paremad keelelised võimed (McClain, 1983), siis võrreldi testide (eel- ja järeltest ning korrigeeritud järeltest) keskmisi tulemusi poiste ja tüdrukute puhul eraldi matemaatika ning inglise keele drill-programmide korral. Uurimuse tulemustest ilmnes, et enne eksperimenti olid poistel matemaatikas (vt. ka joonis 4.3) statistiliselt oluliselt paremad teadmised/oskused kui tüdrukutel (eeltestide keskmiste tulemuste võrdlus t-testiga $p < 0,05$). Poiste kõrgem eeltestide keskmine tulemus matemaatikas kindlustas ka statistiliselt oluliselt paremaid järeltesti keskmised tulemused võrreldes tüdrukute järeltestide keskmiste tulemustega (t-testiga $p < 0,05$). Kuid arvutid võivad aidata vähendada poiste ja tüdrukute oskuste tasemete vahet matemaatikas. Selle väite kinnituseks oli antud eksperimendi tulemus, mis näitab, et polnud statistiliselt olulist erinevust poiste ja tüdrukute korrigeeritud järeltesti keskmiste tulemuste vahel (t-testiga $p > 0,05$). Polnud ka statistiliselt olulist erinevust poiste ja tüdrukute matemaatika eel- ega järeltestide ning korrigeeritud järeltestide keskmiste tulemuste varieeruvuse vahel (Levenne testiga $p > 0,05$).



Joonis 4.3. Poiste ja tüdrukute eel- ja järeltestide ning korrigeeritud järeltestide tulemused matemaatika drillprogrammide korral.

Inglise keele drillprogrammide puhul (vt. ka joonis 4.4) ilmnes, et ei poiste ja tüdrukute eelteadmiste taseme (eeltesti keskmine tulemus) ega ka saavutatud lõpptulemuste (järeltesti keskmine tulemus) vahel polnud statistiliselt olulist erinevust (t-testiga mõlemal juhul $p > 0,05$). Inglise keele drillprogrammide korral osutus aga poiste korrigeeritud järeltesti keskmine tulemus statistiliselt oluliselt suuremaks võrreldes tüdrukute korrigeeritud järeltesti keskmise tulemusega (t-testiga $p < 0,05$). Analoogselt matemaatikale polnud poiste ja tüdrukute inglise keele eel- ja järeltesti ega korrigeeritud järeltesti keskmiste tulemuste varieeruvuse vahel statistiliselt olulist erinevust (Levenne testiga $p > 0,05$). Seega, kui matemaatika drillprogrammidega paranesid teadmised/oskused poistel-tüdrukutel võrdselt, siis inglise keele drillprogrammid aitasid saavutada suuremat edu poistel. Siin võib üheks põhjuseks olla arvutikasutamine – poiste jaoks oli sõnade õppimine arvutis motiveerivam, kuid nagu juba eelmise eksperimendi korral mainitud, tüdrukud eelistavad enam kommunikatsiooni sisaldavat ja kooperatiivset õpet (Hattie, 1990; Durndell jt., 1995; Hale, 2002).



Joonis 4.4. Poiste ja tüdrukute eel- ja järeltestide ning korrigeeritud järeltestide tulemused inglise keele drillprogrammide korral.

Nagu kõikide õpilaste korral, võrreldi ka poiste ja tüdrukute puhul, kas erinevates ainetes oli statistiliselt olulisi erinevusi matemaatika ja inglise keele drillprogrammide õpitulemustes. Selgus, et võrreldes matemaatika ja inglise keele õpiprogramme polnud tüdrukute puhul statistiliselt olulisi erinevusi ei eeltesti, järeltesti ega ka korrigeeritud järeltesti keskmiste tulemuste korral (t-testiga, kõik $p > 0,05$). Seega tüdrukute puhul polnud testide keskmised tulemused seotud ainega. Poistel olid aga matemaatikas statistiliselt oluliselt kõrgemad eeltestide keskmised tulemused kui inglise keeles ($p < 0,05$). Ja kui järeltestide keskmiste tulemuste vahel polnud ka poiste puhul statistiliselt olulist erinevust erinevates õppeainetes (t-testiga $p > 0,05$), siis korrigeeritud järeltesti keskmiste

tulemuste puhul ilmnes statistiliselt oluline erinevus ($p < 0,05$) – poiste korregeeritud järelesti keskmine tulemus inglise keeles oli oluliselt suurem vastavast tulemusest matemaatikas. See tulemus viitab, et poisid said inglise keele drillprogrammidega õppides paremaid tulemusi võrreldes matemaatika drillprogrammidega saavutatud tulemustega.

3.2. Millised karakteristikud võivad muuta drillprogrammid efektiivseks poiste ja millised tüdrukute jaoks?

Poiste ning tüdrukute puhul kasutati drillprogrammide efektiivsete karakteristikute määramiseks samuti korrelatsioonanalüüsi. Õpitulemuseks võeti korregeeritud järelesti keskmine tulemus iga teema korral, kus kovariandina oli arvesse võetud eeltesti tulemus. Drillprogrammide teemade karakteristikute ning poiste ja tüdrukute poolt vastavate drillprogrammide teemadega saavutatud korregeeritud järelestide tulemuste vahel leiti Spearmani astakorrelatsioonid (vt. Lisa 20). Statistiliselt olulised korrelatsioonid koos karakteristikute keskmiste väärtuste ning väärtuste standardhälbe (standardhälvet pole toodud vaid alternatiivskaalal olevate karakteristikute puhul) on toodud tabelis 4.5.

Tabel 4.5. Spearmani astakorrelatsiooni koefitsiendid poiste ning tüdrukute korregeeritud järelestide tulemuste ja drillprogrammi karakteristikute vahel.

Karakteristiku number	Karakteristiku nimi	Keskmine	Standardhälve	Korrelatsioon tüdrukute korregeeritud järelestiga	Korrelatsioon poiste korregeeritud järelestiga
100	Eelleht	0,32		-0,35*	-0,25
109	Tiitellehelt jätkamine	0,68		-0,47**	-0,43*
130	Teema läbimisel kasutatavate menüüde arv	0,46		0,46*	-0,05
131	Täisekraan-menüüde arv	0,81	1,10	-0,42*	-0,14
132	Rippmenüüde arv	2,27	2,31	0,40*	0,04
134	Algmenüüsse liikumiseks vajalike klahvivajutuste arv	1,15	1,52	-0,41*	-0,02
139	Menüüdes juhtnööri protsent	4,0%	7,6%	0,47*	0,05
141	Võimalus liikuda menüüs kasutades klaviatuuri	0,52		0,42*	-0,06

Tabel 4.5. (Järg)

Karakteristiku number	Karakteristiku nimi	Keskmine	Standardhälve	Korrelatsioon tüdrukute korrigeeritud järeldestiga	Korrelatsioon poiste korrigeeritud järeldestiga
154	Võistlus skooriga	0,15		-0,30	-0,35*
169	Lõppteade	0,09		0,35*	-0,03
207	Küsimused grupeeritud semantika (organisatsiooni) järgi	0,62		-0,17	-0,35*
212	Küsimuste arvu valik	0,09		0,11	-0,35*
218	Drillprogrammi sisestus ja küsimuse akna osa ekraanist	25,0%	24,8%	0,23	0,35*
221	Küsimused eristatud	0,85		0,30	0,35*
226	Teksti suurus	17,1	7,6	0,37*	0,26
234	Illustratsioonide arv	1,21	2,73	-0,38*	-0,09
250	Värvide arv	9,32	3,45	-0,35*	-0,13
304	Küsimuste viis. Pilttekstilisele	39,9%	45,0%	0,19	0,35*
308	Küsimuste viis: Teksttekstilisele	54,4%	49,8%	-0,08	-0,43*
314	Küsimustes graafika kui küsimuste kontekst	0,41		0,13	0,49**
339	Vastamisaeg sekundites	25,20	23,85	0,30	0,90*
3401	Tagasiside kompleksus	2,50	0,50	-0,25	-0,35*
343	Tagasiside animatsioon on kogu aeg sama	0,45		-0,43	-0,63*
349	Skoor harjutamise ajal nähtaval	0,62		-0,45**	-0,19
353	Jooksev aeg sekundites harjutamise ajal nähtaval	0,09		-0,35*	-0,18
370	Vihjeks valitud vale vastuse märkimine (kaotamine)	0,12		0,34*	0,34*

* Statistiliselt oluline olulisusnivool 0,05

**Statistiliselt oluline olulisusnivool 0,01

Paksus trükikirjas toodud karakteristik on statistiliselt oluliselt erinevalt seotud poiste ja tüdrukute korrigeeritud järeldestite tulemustega olulisusnivool 0,05

Analoogselt leiti Spearmani astakkorrelatsioonid matemaatika ülesannete keerukust ning inglise keeles õpitavat sõnavara iseloomustavate karakteristikute ning poiste ja tüdrukute korrigeeritud järeldestide tulemuste vahel. Nagu kõikide õpilaste korral, nii ka poiste ja tüdrukute puhul ei leidunud antud uurimuse tulemuste põhjal ühtki statistiliselt olulist korrelatsiooni matemaatikas harjutatavaid oskusi ning inglise keeles õpitavat sõnavara iseloomustavate karakteristikute ja õpitulemuse vahel.

Nelja nominaalskaalal oleva karakteristiku (nuppude ja ikoonide asukoht ekraanil, tegelaskuju, teksti kirjatüüp ning tausta ja teksti värv) seost korrigeeritud järeldestide tulemusele kontrolliti dispersioonanalüüsi abil. Selgus, et tüdrukute korrigeeritud järeldestide tulemusele ei avaldanud mõju ükski nendest sõnalistest karakteristikutest. Poiste puhul aga ilmnis statistiliselt oluline seos teksti tüübi ja korrigeeritud järeldestide tulemuse vahel ($p=0,01$). *Tukey Post Hoc* test andis tulemuseks, et võrreldes vähemlevinud kirjatüüpidega (näiteks *Comic Sans Serif* või *Tahoma*) oli poiste korrigeeritud järeldestide tulemus suurem kirjatüübi *Times New Roman* korral. Kirjatüüpide *Times New Roman* ja *Arial* vahel polnud statistiliselt olulist erinevust korrigeeritud järeldestide tulemustes nagu ka kirjatüübi *Arial* ja vähemlevinud kirjatüüpide vahel. Dispersioonanalüüsi abil analüüsitud karakteristik 'Üleminek järgmisele küsimusele' ei avaldanud mõju korrigeeritud järeldestide tulemustele.

Seega poiste korrigeeritud järeldestide tulemusega oli seotud 14 ja tüdrukute korrigeeritud järeldestide tulemusega 15 drillprogrammi kirjeldavat karakteristikut. Kuigi karakteristikute arvus polnud poiste ja tüdrukute puhul olulist erinevust, olid poiste ja tüdrukute õpitulemustega statistiliselt oluliselt seotud karakteristikute liigid erinevad (vt tabel 4.6). Kui poiste puhul oli kõige enam korrigeeritud järeldestide tulemusega seotud küsimuste esitamist kirjeldavad karakteristikud, siis tüdrukute puhul moodustasid enam kui poole korrigeeritud järeldestide tulemusega seotud karakteristikutest drillprogrammi käsitlemist kirjeldavad karakteristikud ning küsimuste esitamist kirjeldavatest karakteristikutest ükski ei andnud statistiliselt olulist seost tüdrukute õpitulemusega.

Nagu juba mainitud, olid **drillprogrammi käsitlemise** karakteristikud seotud eelkõige tüdrukute korrigeeritud järeldestide tulemusega. Kuid nii poiste kui ka tüdrukute õpitulemus osutus statistiliselt oluliselt väiksemaks, kui tiitellehelt edasiminekuks oli vaja kasutaja tegevust. Nagu kõikide õpilaste puhul, nii ka poiste ja tüdrukute korral, olid sellisele vanuseastmele lihtsamad õpiprogrammid, kus oli võimalik automaatselt jõuda harjutatava tegevuse juurde ning mis ei vajanud selleks mitmete sammude läbimist.

Tabel 4.6. Korrigeeritud järeltesti tulemusega seotud karakteristikute liigitus poiste ning tüdrukute puhul

Kategooria	Poisid		Tüdrukud	
	Statistiliselt oluliste karakteristikute arv	Protsent kõikidest statistiliselt olulistest karakteristikutest	Statistiliselt oluliste karakteristikute arv	Protsent kõikidest statistiliselt olulistest karakteristikutest
Drillprogrammi käsitlemine	1	7%	8	53%
Drillprogrammi poolt pakutavad võimalused	1	7%	0	0%
Info esitamine	3	21,5%	4	27%
Küsimuste esitamine	5	36%	0	0%
Vastamine	1	7%	0	0%
Tagasiside	3	21,5%	3	20%
Kokku	14	100%	15	100%

Tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemus oli statistiliselt oluliselt seotud menüüde karakteristikutega. Tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemus oli suurem, kui harjutamise ajal kasutatavate menüüde arv oli suurem, kui oli enam rippmenüüsid, kui menüüs pakuti rohkem juhtnööre, algmenüüsse pääses väiksema arvu klavivajutustega ning menüüs sai liikuda nii hiire kui ka klaviatuuri abil (kõikidel juhtudel, kus menüüs sai liikuda kasutades klaviatuuri, oli võimalik menüüs liikuda ka hiire abil). Mida enam drillprogramm kasutas aga täisekraan-menüüsid, seda väiksem oli tüdrukute õpitulemus. Kolme menüüsid kirjeldava karakteristikuga (teema läbimisel kasutatavate menüüde arv, täisekraan-menüüde arv ja võimalus liikuda menüüs kasutades klaviatuuri) korral ilmsid statistiliselt olulised erinevused võrreldes poiste ja tüdrukute õpitulemustega leitud korrelatsioonikoefitsiente.

Kõik loetletud menüüde karakteristikud olid ka omavahel statistiliselt oluliselt seotud (vt. ka tabel 4.7). Alessi ja Trollip (2001: 57) soovivad menüüd alati ligipääsetavaks muuta. Seega, kui menüüd on kogu aeg nähtaval või menüüdesse pääseb väiksema arvu klavivajutustega, on õpitarkvara käsitlemine lihtsam. See võis olla üheks põhjuseks, miks tüdrukute jaoks olid otsustavaks rippmenüüd ja mitte täisekraan-menüüd. Rippmenüüd on kogu aeg kasutajate jaoks kättesaadavad, kuid täisekraan-menüüd mitte. Kuna täisekraan-menüü katab või asendab teise info ning see pole nähtav kogu aeg, siis kirjutavad Alessi ja Trollip (2001: 55), et enam kui ühe täisekraan-menüü pakkumine ühes õpitarkvaras on disorienteeriv ning sellist liiki menüüd

töötavad hästi vaid õpitarkvara pealehena. Rippmenüüd võtavad vaid väikese osa ekraanist, võivad olla hierarhilised, ei nõua lahkumist jooksvalt lehelt, neis saab anda enam informatsiooni ja rippmenüüd võimaldavad teha valikuid kasutades nii hiirt kui ka klaviatuuri (Alessi & Trollip, 2001: 55).

Tabel 4.7. Menüüde karakteristikute omavahelised korrelatsioonikordajad koos olulisusnivoodega

	Menüüd kogu aeg saadaval	Täis-ekraan-menüüde arv	Ripp-menüüde arv	Menüüsse liikumiseks vajalike klahvi-vajutuste arv	Menüüdes olevate juhtnööride protsent	Menüüs võimalik liikuda klaviatuuriga
Teema läbimisel kasutatavate menüüde arv	1					
Täisekraan-menüüde arv	-0,76**	1				
Rippmenüüde arv	0,79**	-0,50**	1			
Algmenüüsse liikumiseks vajalike klahvi-vajutuste arv	-0,93**	0,86**	-0,80**	1		
Menüüdes juhtnööride protsent	0,70**	-0,37*	0,55**	-0,65**	1	
Võimalus liikuda menüüs kasutades klaviatuuri	0,92**	-0,65**	0,70**	-0,90**	0,64**	1

* Statistiliselt oluline olulisusnivool 0,05

**Statistiliselt oluline olulisusnivool 0,01

Põhjuseks, miks tüdrukute õpitulemus oli suurem, kui lisaks hiirele said nad liikuda menüüdes ka klaviatuuriga, võisid olla tüdrukute madalamad hinnangud oma arvutioskustele, nagu ilmses antud eksperimendi eelankeetide põhjal (Mann-Whitney testiga $p < 0,05$). Madalamate arvutikasutusoskuste puhul on otstarbekas pakkuda õppijale erinevaid õpiprogrammi käsitlemise vahendeid (hiir, klaviatuur), et kasutaja ise saaks valida endale sobiva. Paremate arvutikasutusoskustega õppijatel, kes oskavad mõlemaid hästi käsitseda, piisab ühest vahendist.

Ka lõppteadet pakkuvate drillprogrammidega said tüdrukud paremaid õpitulemusi. Lõppteade annab kasutajale teada, et õpiprogrammist väljumine on korrektselt õnnestunud. Selle lisamist igale õpiprogrammile soovivad ka Alessi ja Trollip (2001: 80).

Drillprogrammi poolt pakutavaid võimalusi iseloomustas vaid üks õpitulemustega statistiliselt olulise seose andnud karakteristik. Skooriga võistluse korral oli poiste õpitulemus väiksem. Nähtavasti keskendusid poisid sellisel juhul eelkõige skoori jälgimisele ja ei pööranud piisavalt tähelepanu õppeeesmärkide saavutamisele. Kuigi sama karakteristik oli negatiivses seoses ka kõikide õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemustega, võib siiski nentida, et tüdrukute jaoks ei pruugi suurema skoori saavutamine olla eesmärk omaette. Ka varasemate uurimuste (Hattie, 1990; Chanlin, 1999; Kliman, 1999; Goyne jt., 2000) tulemused näitavad, et võistluslikkus ahvatleb eelkõige poisse.

Info esitamist kirjeldavatest karakteristikutest oli kolm statistiliselt oluliselt seotud poiste ja neli tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemustega. Tüdrukute puhul oli korrigeeritud järeltesti tulemus väiksem, kui drillprogramm pakkus eellehte. Nagu eespool mainitud, olid antud eksperimendi tulemuste põhjal tüdrukute hinnangud oma arvutialastele oskustele madalamad kui poistel, seetõttu võis eellehe olemasolu, mis näiliselt õpiprogrammiga üldse seotud polnud ja ise ekraanilt ei kadunud, tüdrukuid segadusse viia. Eellehte pakkusid kirevamad drillprogrammid (astakkorrelatsioon eellehe olemasolu ja drillprogrammis kasutatud värvide arvu vahel 0,48; $p < 0,01$), mille korral tüdrukute õpitulemus oli samuti väiksem.

Ka suur illustratsioonide arv oli negatiivselt seotud tüdrukute korrigeeritud järeltesti tulemustega. McClain (1983) on väitnud, et poistel on parem ruumiline ettekujutus kui tüdrukutel. Ka Quaiser-Pohl ja Lehmann (2002) kirjutavad toetudes on uurimuse tulemustele, et tüdrukutel on madalam ruumiline võimekus kui poistel, kuid see sõltub ka tüdrukute arvutikasutusoskustest – parema arvutikasutusoskusega tüdrukutel on ka parem ruumiline võimekus. Kuna statistiliselt oluline seos puudus poiste ja tüdrukute õpitulemuste ning lihtsustatud illustratsioonide arvu vahel, siis võib käesoleva eksperimendi tulemuste põhjal väita, et tüdrukute puhul tasuks vältida keerulisi, ruumilisi ja liiga detailidesse laskuvaid illustratsioone.

Kolmas info esitust kirjeldav karakteristik, mis andis statistiliselt olulise negatiivse seose tüdrukute õpitulemustega, oli drillprogrammis kasutatud värvide arv. Livingston ja Sandals (1992), Bransford jt. (1999) ning Amber (2000) väidavad, et värvide liigne kasutamine võib häirida õppimist ja soovivad värve mõõdukalt kasutada. Kuna värvide arv oli ka statistiliselt olulises positiivses seoses illustratsioonide arvuga ($r = 0,51$; $p < 0,01$), siis võib väita, et tüdrukute jaoks keerulised illustratsioonid, kus oli kasutatud palju erinevaid värve ja värvikombinatsioone, polnud otstarbekad. Samas tüdrukute poolt drillprogrammi värvikujundusele antud hinnangud olid kõrgemad just värvikirevamate drillprogrammide korral ($r = 0,47$; $p < 0,01$).

Tüdrukud said paremaid tulemusi, kui drillprogrammis esitatud tekst oli suurem. Poiste korrigeeritud järeltesti tulemus osutus aga väiksemaks, kui drillprogrammis kasutati vähemlevinud kirjatüüpe. Teksti suurus oli positiivselt ja statistiliselt oluliselt seotud ka kõikide õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemusega. Varasemates traditsioonilist teksti käsitlevates uurimustes pole poisse ja tüdrukuid eraldi uuritud. Küll aga tuuakse välja, et väikesed kirjasuurused suurendavad visuaalse süsteemi koormust (Hughes & Wilkins, 2000), et enamasti õpivad poisid varem lugema kui tüdrukud ning neil on parem nägemisteravus (McClain, 1983). See võib ka põhjendada asjaolu, miks just tüdrukud vajasisid suuremat teksti. Poiste puhul võis aga uudne ja harjumatu kirjatüüp olla atraktiivsem ja jällegi nende tähelepanu õppimiselt eemale juhtida.

Poisid said paremaid tulemusi, kui drillprogrammi küsimuse ja vastuse sisestusaken täitis suurema osa ekraanist ja kui küsimused olid illustreerivast kontekstist eristatud. Mõlemad karakteristikud olid positiivselt seotud ka kõikide õpilaste õpitulemusega. Kuna aga antud karakteristikud tüdrukute õpitulemusega statistiliselt olulist korrelatsiooni ei andnud, siis nähtavasti oli poiste tähelepanu kergem õppe-eesmärgilt eemale juhtida. Nii suurem küsimuse ja vastuse sisestusaken kui ka aknas eristuvad küsimused võisid tähelepanu paremini harjutatavale oskusele fokuseerida kui illustatsioonide sees (aardekirstude või kalade või lindude peal jms) olevad küsimused. Antud uurimuse tulemuste põhjal ilmnes ka, et illustreerivast kontekstist eristatud küsimuste korral võtsid poisid drillprogrammi enam kui mängu, neile meeldis, et teised ei saa teada, kui valesti vastata ning samuti meeldis neile, et arvuti ei pahanda vale vastuse pärast (korrelatsioonid vastavalt 0,36; 0,41 ja 0,37; kõikidel juhtudel $p < 0,05$).

Huvitava tulemusena ilmnes, et nii **küsimuste esitamist** kui ka vastamist iseloomustavad karakteristikud andsid statistiliselt olulisi seoseid vaid poiste korrigeeritud järeltesti tulemustega. Seejuures oli poiste õpitulemusega statistiliselt olulise korrelatsiooni andnud karakteristikute seas kõige enam just küsimuste esitamist iseloomustavaid karakteristikuid (vt. tabel 4.6). Seega oli küsimuste esitamine teiseks valdkonnaks (lisaks drillprogrammi käsitlemisele), kus ilmnesid suuremad erinevused poiste ja tüdrukute jaoks efektiivses drillprogrammi disainis. Ka küsimuste esitamist iseloomustavate karakteristikute seas leidis kaks karakteristikut (võimalus valida küsimuste arvu ja küsimustes esitatav graafika kui küsimuste kontekst), mille puhul selgusid statistiliselt olulised erinevused võrreldes poiste ja tüdrukute õpitulemusega seose andnud korrelatsioonikoefitsiente.

Küsimuste esitamist kirjeldavatest karakteristikutest osutus poiste korrigeeritud järeltesti tulemus väiksemaks, kui küsimused olid rühmitatud semantika (organisatsiooni) järgi. Nähtavasti vajavad poisid enam vaheldust. Huvitava tulemusena ilmnes, et poiste hinnangute kohaselt drillprogrammid, kus küsimused olid rühmitatud organisatsiooni järgi, olid liiga kiired ning tekitasid tunde, et arvutit pole võimalik võita (korrelatsioonid vastavalt 0,47; $p < 0,01$ ja 0,41; $p < 0,05$). Samas tüdrukute poolt vastavatele aspektidele antud

hinnangute ning küsimuste organisatsiooni järgi rühmitamise vahel statistiliselt oluline seos puudus ($p > 0,05$).

Samuti oli poiste korrigeeritud järeldestite tulemus väiksem, kui neile anti drillprogrammi poolt võimalus valida küsimuste arvu ühes küsimuste seerias. Siin võib olla põhjuseks asjaolu, et arvatavasti valisid poisid sellisel juhul vähem küsimusi. Kuna aga harjutamisaeg oli kõikidel õpilastel võrdne, siis kulutasid poisid enam aega uue küsimuste komplektiga alustamise peale ning oskuste harjutamiseks jäi neil vähem aega. Ka Alessi ja Trollip (2001: 183) ei soovita anda noorematele õpilastele võimalust valida esitatavate küsimuste arvu.

Poiste õpitulemused olid paremad, kui küsimuste viisiks oli pilt tekstilisele ja küsimustes kasutati graafikat kui küsimuste konteksti. Samas küsimuste viis tekst tekstilisele osutus poiste korral mitteotstarbekaks (küsimuste viiside pilt tekstilisele ja tekst tekstilisele omavaheline korrelatsioon oli $-0,72$; $p < 0,01$). Põhjuseks, miks poiste puhul olid kasulikud graafikat sisaldavad pilt tekstilisele küsimused võis olla asjaolu, et poisid mõistavad graafikat paremini kui tüdrukud (McClain, 1983). Antud eksperimendi tulemuste põhjal võib väita, et tekst tekstilise küsimuste viisi korral hindasid poisid drillprogrammi liiga raskeks, võtsid seda kui võistlust ning neil tekkis tunne, et arvutit pole võimalik mingil juhul võita (korrelatsioonid vastavalt $0,38$; $p < 0,05$; $0,52$ ja $0,48$; kahel viimasel juhul $p < 0,01$). Samuti hõivas eksperimendis kasutatud drillprogrammide korral tekst tekstilise küsimuste puhul küsimuse ja vastuse sisestusaken väiksema osa ekraanipinnast ($r = -0,43$; $p < 0,01$) ja esitatud küsimused olid rühmitatud semantika järgi ($\rho = 0,44$; $p < 0,01$). **Vastamist** iseloomustavate karakteristikute osas selgus, et poistele oli küsimustele vastamiseks vaja pikemat aega.

Tagasiside karakteristikutest oli jälle nii poiste kui ka tüdrukute korrigeeritud järeldestite tulemustega statistiliselt oluliselt seotud karakteristikuid. Nagu kõikide õpilaste puhul, nii oli ka poiste jaoks otstarbekam lihtsam tagasiside, mis teatas vaid vastuse õigsuse. Poiste õpitulemus oli komplekssema tagasiside korral väiksem. Samas animatsiooniga antav tagasiside, milles esitatav animatsioon varieerus, võis poisse enam motiveerida ja seetõttu saavutasid tagasisideks erinevaid animatsioone kasutanud drillprogrammide korral poisid paremaid õpitulemusi. Samad karakteristikud olid seotud ka kõikide õpilaste korrigeeritud järeldestite tulemustega ning neid käsitleti lähemalt eelmises paragrahvis.

Nagu info esitust kirjeldavaid karakteristikuid analüüsesid tuli tõdeda, et poiste tähelepanu võisid õppe-eesmärgilt eemale tõmmata mängulised elemendid, siis tüdrukute puhul võis samal viisil mõjuda üleliigne informatsioon. Nimelt selgus antud uurimuse tulemustest, et nii nagu kõikide õpilaste korral, nii ka tüdrukute puhul harjutamise ajal nähtava skoori olemasolu ja näha oleva jooksva aja korral olid tüdrukute korrigeeritud järeldestite tulemused väiksemad. Huvitava tulemusena ilmnes, et kui harjutamise ajal oli skoor nähtaval, andsid tüdrukud drillprogrammi poolt vastusele antavale reageeringule madalamaid

hinnanguid ($r = -0,37$; $p < 0,05$). Samas harjutamise ajal nähtava aja ning tüdrukute poolt drillprogrammi reageeringule antud hinnangute vaheline seos polnud statistiliselt oluline ($r = 0,07$; $p > 0,05$).

Antud uurimuse tulemuste põhjal selgus, et nii tüdrukute kui ka poiste korrigeeritud järeltesti tulemus oli suurem, kui vihjeks pakuti vale vastuse märkimist või kaotamist. Sama karakteristik osutus efektiivseks ka kõikide õpilaste korral ja seetõttu käsitleti seda põhjalikumalt eelmises paragrahvis. Saadud tulemus aga viitab, et selline vihje pakkumine on oluline nii poiste kui ka tüdrukute jaoks.

Kokkuvõtteks võib märkida, et on võimalik koostada drillprogramme, mille korral saavutaks häid õpitulemusi nii poisid kui ka tüdrukud. Leidis kinnitust hüpoteesi, et tüdrukute jaoks drillprogramme kavandades või valides peaks õpiprogrammi käsitlemine olema lihtne. Tüdrukud vajasisid antud eksperimendi tulemuste põhjal enam õpiprogrammi juhtimisvõimalusi kasutades menüüsid. Kuna aga vastavad drillprogrammi käsitlemise karakteristikud polnud statistiliselt negatiivselt seotud poiste õpitulemustega, siis tuleks drillprogrammide käsitlemine kavandada vastavalt tüdrukute vajadustele. Algklasside laste jaoks peaks drillprogramm olema kergesti käsitsetav ning arusaadav. Lisaks peaks drillprogramm keskenduma eelkõige harjutatavatele oskustele.

Kuna selgus, et poiste jaoks oli otstarbekam info esitus graafika abil ning tüdrukute puhul tuleks vältida detailseid ja värvikirevaid illustratsioone, siis võib olla kasulik esitada vajalik informatsioon lihtsa joongraafika abil kasutades vähem erinevaid värve ja värvikombinatsioone.

Poiste puhul olid õpitulemusega statistiliselt oluliselt seotud nii drillprogrammi võistluslikkus, erinevad küsimuste esitamise viisid kui ka vastamiseks antud aeg, mis tüdrukute korrigeeritud järeltestide tulemustega statistiliselt olulisi seoseid ei andnud. Seega arvestades antud karakteristikuid drillprogrammi kavandamisel, võib suurendada poiste õpitulemust vähendamata seejuures tüdrukute oma.

§4. KAS AKADEEMILISELT EDUKATELE JA VÄHEMEDUKATELE ÕPILASTELE ON VAJA ERINEVAID DRILLPROGRAMME?

Kõige rohkem kasu arvatakse drillprogrammidest olevat just akadeemiliselt vähemedukatel õppijatel (Cosmann, 1996). Drillprogrammide positiivseks küljeks loetakse, et nad on kannatlikud, ei vihastu, kui järjest valesti vastata. Drillprogrammide abil saab luua olukorra, kus iga õpilane täie pingega, aktiivselt harjutab materjali vastavalt talle sobivale tempole. Tugevamad õpilased ei igavle, ei muutu tähelepanematuks, kuna nõrgematel kulub tunduvalt rohkem aega õpitava omandamiseks. Aeglasemaid õpilasi ei häiri tugevamate kiire edasijõudmine, neil ei teki enda saamatuse tunnet. Samuti garanteeritakse, et iga õpilane saab kohese ja korrektse tagasiside sooritatud tegevuse kohta (Cosmann, 1996). Käesolevas paragrahvis vaadeldakse, millised drillprogrammide karakteristikud on seotud akadeemiliselt edukate ja millised vähemedukate õpilaste õpitulemusega.

Ka drillprogrammide uurimuses kasutati akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste väljaselgitamiseks elektrooniliste õpikute eksperimendiga sarnast analüüsi. Arvutati kõikide õpilaste järetestide keskmine tulemus matemaatikas (81,0%) ja inglise keeles (79,3%) ning nende standardhälbed (vastavalt 20,2% ja 18,6%). Lahutades nendest keskmistest poole vastavast standardhälbest, saadi piir, millest allapoole jäi akadeemiliselt vähemedukate õpilaste keskmine tulemus matemaatikas (vähem kui 70,9% kõikide matemaatika järetestide keskmisest tulemusest) ja inglise keeles (vähem kui 70,0% kõikide inglise keele järetestide keskmisest tulemusest). Liites nendele keskmistele tulemustele pool vastavat standardhälvet, saadi piir, millest ülespoole jäi akadeemiliselt edukate õpilaste keskmine tulemus matemaatikas ja inglise keeles (matemaatikas enam kui 91,1% ja inglise keeles enam kui 91,3% kõikide järetestide keskmisest tulemusest). Keskmisest järetestide tulemusest poole standardhälbe võrra üles- ja allapoole jäid akadeemiliselt keskmise edukusega õpilaste tulemused.

Sellisel viisil eraldus antud uurimuse kontingendist matemaatikas 37 akadeemiliselt edukat, 25 akadeemiliselt keskmise edukusega ja 18 akadeemiliselt vähemedukat õpilast ning inglise keeles 31 akadeemiliselt edukat, 31 akadeemiliselt keskmise edukusega ja 18 akadeemiliselt vähemedukat õpilast. Õpilaste akadeemiline edukus polnud kummaski aines seoses sooga (Spearmani astakorrelatsioon õpilase soo ja akadeemilise edukuse vahel inglise keeles $\rho = -0,09$; $p > 0,05$ ja matemaatikas $\rho = 0,16$; $p > 0,05$). Matemaatikas edukad õpilased olid edukad ka inglise keeles ja vastupidi ($\rho = 0,61$; $p < 0,01$) Järgnevates analüüsides on välja jäetud akadeemiliselt keskmise edukusega õpilased.

4.1 Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste võrdlus testide tulemuste ning ainete osas

On loomulik, et akadeemiliselt edukad õpilased said statistiliselt oluliselt paremaid tulemusi nii eel- kui ka järeltestis (t-testiga mõlemal juhul $p < 0,01$). Korrigeeritud järeltesti puhul polnud aga akadeemiliselt edukate õpilaste keskmised tulemused statistiliselt oluliselt paremad võrreldes vähemedukate õpilaste tulemustega (t-testiga $p > 0,05$; vt. tabel 4.8). Üheks põhjuseks sellise tulemusele oli statistiliselt oluline erinevus varieeruvuse vahel nii eel- ja järeltestide kui ka korrigeeritud järeltestide tulemuste osas (Levenne testiga kõikidel juhtudel $p < 0,01$). Akadeemiliselt vähemedukate õpilaste testitulemuste varieeruvus oli statistiliselt oluliselt suurem võrreldes akadeemiliselt edukate õpilaste testitulemustega. Kuna 15 drillprogrammi korral 34st akadeemiliselt vähemedukate õpilaste oskused drillprogrammi kasutamisega hoopis vähenesid, siis oli varieeruvus akadeemiliselt vähemedukate õpilaste testitulemustes kõige suurem just korrigeeritud järeltesti tulemuse puhul. Seega võib väita, et teatud drillprogrammidega said akadeemiliselt vähemedukad õpilased oluliselt paremaid tulemusi kui teiste drillprogrammidega. Mõnede drillprogrammidega harjutamine aga mõjus akadeemiliselt vähemedukate õpilaste oskustele hoopis negatiivselt (järeltesti tulemus oli statistiliselt oluliselt madalam kui eeltesti tulemus).

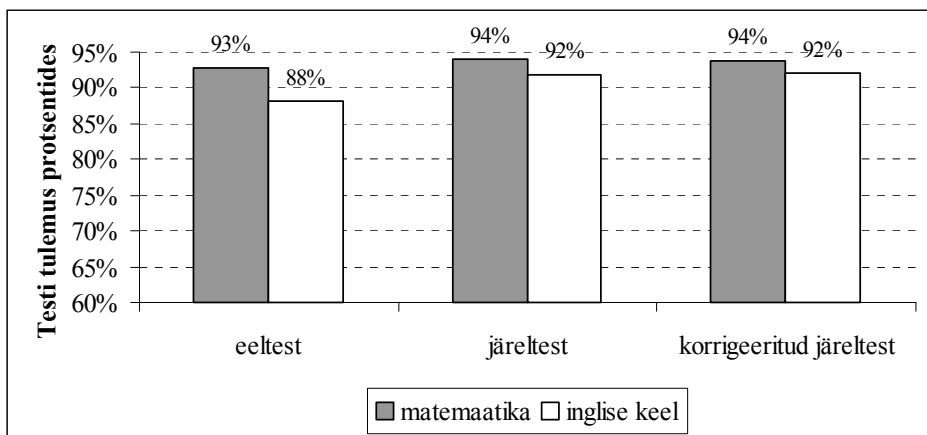
Tabel 4.8. Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste eel- ja järeltestide ning korrigeeritud järeltestide keskmised tulemused koos standardhälvetega (protsentides).

	Eeltest		Järeltest		Korrigeeritud järeltest	
	aritmeetiline keskmine	standardhälve	aritmeetiline keskmine	standardhälve	aritmeetiline keskmine	standardhälve
Akadeemiliselt edukad õpilased	90,1	5,8	92,8	6,9	92,8	6,5
Akadeemiliselt vähemedukad õpilased	48,5	14,8	51,3	13,4	51,3	149,9

Võrreldes testide tulemuste keskmisi ainete kaupa selgus, et sama tendents, mis ilmnes kõikide drillprogrammide puhul, kehtis nii matemaatika kui ka inglise keele drillprogrammide korral. Akadeemiliselt edukate õpilaste eel- ja järeltestide keskmised tulemused matemaatikas ning inglise keeles olid statistiliselt oluliselt suuremad akadeemiliselt vähemedukate õpilaste vastavate testide tulemustest (t-testiga; mõlemal juhul $p < 0,01$). Samas puudus statistiliselt oluline erinevus võrreldes akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltestide keskmisi tulemusi neis ainetes (mõlemal juhul $p > 0,05$). Aka-

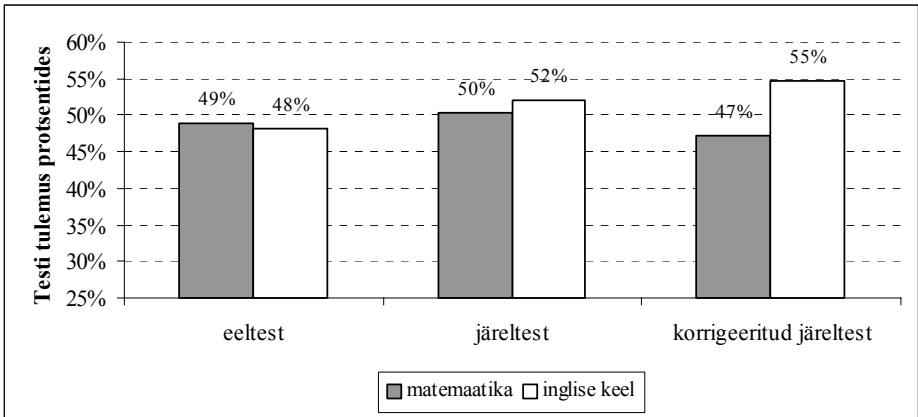
deemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste testitulemuste varieeruvuse vahel puudus statistiliselt oluline erinevus inglise keele järeltesti korral (Levenne testiga $p>0,05$), ülejäänud testide puhul inglise keeles ja kõikide testide korral matemaatikas oli see erinevus statistiliselt oluline (kõikidel juhtudel $p<0,01$).

Võrreldes akadeemiliselt edukate õpilaste testitulemusi matemaatikas ja inglise keeles (vt. joonis 4.5) selgus, et akadeemiliselt edukate õpilaste eeltestide keskmine tulemus matemaatikas oli statistiliselt oluliselt parem inglise keele eeltestide keskmisest tulemustest (t-testiga $p<0,05$). Statistiliselt olulist erinevust polnud aga ei akadeemiliselt edukate õpilaste järeltesti ega korrigeeritud järeltestide keskmiste tulemuste vahel (t-testiga mõlemal juhul $p>0,05$). Samuti mitte testitulemuste varieeruvuses erinevate ainete korral (Levenne testiga kõik $p>0,05$). Seega, kuigi akadeemiliselt edukate õpilaste eeltase oli matemaatikas kõrgem kui inglise keeles, ei saa sama tendentsi väita lõpptulemuse kohta.



Joonis 4.5. Akadeemiliselt edukate õpilaste eel- ja järeltestide ning korrigeeritud järeltestide tulemused matemaatika ja inglise keele drillprogrammide korral.

Akadeemiliselt vähemedukate õpilaste puhul (vt joonis 4.6) polnud statistiliselt olulist erinevust võrreldes matemaatika ja inglise keele testide keskmisi tulemusi (eel- ja järeltest ning korrigeeritud järeltest; t-testiga kõikidel juhtudel $p>0,05$) ega ka varieeruvust (Levenne testiga kõik $p>0,05$). Seega akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korral testide tulemused polnud seotud ainega.



Joonis 4.6. Akadeemiliselt vähemedukate õpilaste eel- ja järeltestide ning korrigeeritud järeltestide tulemused matemaatika ja inglise keele drillprogrammide korral.

4.2. Millised karakteristikud võivad muuta drillprogrammid efektiivseks akadeemiliselt edukate ja millised akadeemiliselt vähemedukate õpilaste jaoks?

Selgitamaks, millised drillprogrammide karakteristikud olid efektiivsed akadeemiliselt edukate ja millised vähemedukate õpilaste jaoks, kasutati korrelatsioonanalüüsi. Õpitulemuseks võeti korrigeeritud järeltesti keskmine tulemus iga teema korral, kus oli kovariandina arvesse võetud ka eeltesti tulemus. Leiti Spearmani astakorrelatsioonid drillprogrammide teemade karakteristikute ning akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste poolt vastavate teemade abil harjutades saavutatud korrigeeritud järeltestide tulemuste vahel. Analoogselt leiti Spearmani astakorrelatsioonid matemaatika ülesannete keerukust ning inglise keeles õpitavat sõnavara iseloomustavate karakteristikute ning akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltestide tulemuste vahel (vt. Lisa 21). Statistiliselt olulised korrelatsioonid koos karakteristikute keskmiste väärtuste ning väärtuste standardhällbega (standardhällvet pole toodud vaid alternatiivskaalal olevate karakteristikute puhul) on toodud tabelis 4.9.

Tabel 4.9. Spearmani astakkorrelatsiooni koefitsiendid akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltestide tulemuste ja drillprogrammi karakteristikute vahel.

Karakteristiku number	Karakteristiku nimi	Keskmine	Standardhälve	Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltestiga	Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltestiga
106	Tiitelleht animeeritud	0,32		-0,39*	0,41*
107	Tiitelleht heliga	0,43		-0,43*	0,28
126	Tuntud ikoonide protsent	29,5%	37,0%	0,72**	-0,37
127	Viipadega nupud ja ikoonid	20,3%	39,0%	0,49**	-0,14
131	Täisekraanmenüüde arv	0,81	1,10	-0,41*	0,13
132	Rippmenüüde arv	2,27	2,31	0,50**	-0,22
151	Teostuse huvitavus	0,71	0,97	-0,39*	0,36*
154	Võistlus skooriga	0,15		-0,44*	0,07
158	Arvuti võimaluste ärakasutamine	0,76	0,85	-0,42**	0,49**
159	Drillprogrammi atraktiivsus	0,62	1,04	-0,38*	0,35*
165	Väljumise takistuste arv	0,35	0,60	-0,57**	0,27
207	Küsimused grupeeritud semantika (organisatsiooni) järgi	0,62		-0,37*	0,03
218	Drillprogrammi sisestus ja küsimuse akna osa ekraanist	25,0%	24,8%	0,48**	-0,12
221	Küsimused eristatud	0,85		0,44**	-0,07
233	Lihtsustatud illustratsioonide arv	1,65	3,58	0,36*	-0,25
243	Taustameloodia	0,21		-0,55**	0,19
250	Värvide arv	9,32	3,45	-0,47**	0,15
321	Reageerimisaeg	1,32	0,91	-0,43**	0,22
335	Ülemineku kiirus sekundites	3,29	3,20	-0,49**	0,35*
336	Ülemineku takistuste arv	0,26	0,45	-0,64**	0,38*

Tabel 4.9. (Järg)

Karakteristiku number	Karakteristiku nimi	Keskmine	Standardhälve	Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga	Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga
342	Tagasiside animatsiooniga	0,35		-0,48*	0,24
344	Tagasiside heliga	0,76		0,35*	0,18
3441	Tagasiside heliks on digitaalne kõne	0,44		-0,36*	0,26
345	Tagasisideks olev heli kogu aeg sama	0,46		0,42*	-0,22
359	Teatatakse õigete vastuste protsent	0,24		0,25	-0,37*
371	Jäetakse arvestamata formaadi viga	0,53		-0,30	0,38*
375	Vale vastuse tagasiside huvitavam kui õige vastuse korral	0,18		-0,38*	0,12
400	Sõnade arv	11,26	0,99	0,52*	-0,40
502	Tehte arv	2,20	0,68	-0,56*	0,20

* Statistiliselt oluline olulisusnivool 0,05

**Statistiliselt oluline olulisusnivool 0,01

Paksus trükikirjas toodud karakteristik on statistiliselt oluliselt erinevalt seotud akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestite tulemusega olulisusnivool 0,05

Dispersioonanalüüsi abil kontrolliti nelja sõnalise karakteristik (nuppude ja ikoonide asukoht ekraanil, tegelaskuju, teksti kirjatüüp ning tausta ja teksti värv) mõju korrigeeritud järeldestite tulemusele. Selgus, et nuppude ja ikoonide asukoht, kirjatüüp ning tausta ja teksti värv ei avaldanud statistiliselt olulist mõju ei akadeemiliselt edukate ega vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestite tulemusele. Kuid akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemus oli parem tegelaskujuta drillprogrammides võrreldes erinevaid tegelaskujusid omavate drillprogrammidega (*Tukey Post Hoc* testiga $p < 0,01$). Ka ilmnis dispersioonanalüüsi abil, et kui karakteristik 'Üleminek järgmisele küsimusele' ei avaldanud mõju akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestite tulemusele, siis akadeemiliselt edukate õpilaste korral ilmnis statistiliselt oluline erinevus erinevate üleminekuvõimaluste vahel ($p < 0,05$). *Tukey Post Hoc* testi abil selgus, et pärast vastuse sisestamist pakutava animatsiooni korral olid akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeldestite tulemused madalamad võrreldes kohese ülemineku või kasutaja tegevust nõudva üleminekuaga.

Seega akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemustega oli seotud 29 erinevat drillprogrammide karakteristikut (neist 2 ainespetsiifilist) ning akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemusega vaid 8 karakteristikut. Seejuures olid erinevad ka akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste õpitulemusega statistiliselt oluliselt seotud karakteristikute liigitused (vt tabel 4.10). Huvitava tulemusena ilmnes, et vaid kahe karakteristiku korral polnud kõrgemate ja madalamate ainealaste teadmistega õpilaste korrelatsioonikoefitsientide vahel statistiliselt olulist erinevust.

Tabel 4.10. Korrigeeritud järeltesti tulemusega seotud karakteristikute liigitus akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste puhul

Kategooria	Akadeemiliselt edukad õpilased		Akadeemiliselt vähemedukad õpilased	
	Statistiliselt oluliste karakteristikute arv	Protsent kõikidest statistiliselt olulistest karakteristikutest	Statistiliselt oluliste karakteristikute arv	Protsent kõikidest statistiliselt olulistest karakteristikutest
Drillprogrammi käsitlemine	7	24%	1	12,5%
Drillprogrammi poolt pakutavad võimalused	5	17%	3	37,5%
Info esitamine	7	24%	1	12,5%
Küsimuste esitamine	2	7%	1	12,5%
Vastamine	0	0%	0	0%
Tagasiside	6	21%	2	25%
Ainespetsiifilised karakteristikud	2	7%	0	0%
Kokku	29	100%	8	100%

Drillprogrammi käsitlemist kirjeldavatest karakteristikutest oli üks statistiliselt olulises seoses akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemusega ja 7 olid statistiliselt olulises seoses akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemusega. Neist üks karakteristik (ülemineku takistuste arv) oli statistiliselt oluliselt seotud nii kõrgemate kui ka madalamate ainealaste oskustega õpilaste õpitulemusega. Kuid kui arvukamate ülemineku takistuste korral akadeemiliselt vähemedukate õpilaste õpitulemus osutus suuremaks, siis akadeemiliselt edukate õpilaste korral oli nende korrigeeritud järeltesti tulemus hoopis väiksem. Enamasti olid ülemineku takistusteks animatsioonide või video esitamine pärast õiget vastust, mille eesmärgiks oli eelkõige

tasustada õppijat õige vastuse eest ning seeläbi tõsta tema motivatsiooni. Nähtavasti polnud akadeemiliselt edukate õpilaste puhul motiveerimine nii oluline. Akadeemiliselt edukate õpilaste sihiks võis olla võimalikult kiire järgmise küsimuse juurde jõudmine. Takistused, mis seda teha ei lubanud, võisid selliseid õpilasi lausa frustreerida. Akadeemiliselt vähemedukad õpilased aga vajasid enam kinnitust õige vastuse puhul.

Nagu varem nimetatud, põhinevad drillprogrammid biheivioristlikul õppimisteoorial. Vastavalt Skinnerile on õppimine kõige efektiivsem, kui õigete vastuste eest antakse kinnitust (tasustatakse) ebaregulaarse graafiku alusel (Krull, 2000: 196). Kõik uurimuses kasutatud drillprogrammid, mis pakkusid autasu või atraktiivset tagasisidet ning olid ühtlasi takistuseks järgmise küsimuse juurde jõudmisel, andsid seda iga õige vastuse korral. Seega nõrgema kognitiivse võimekusega õppijad, kes sisestasid harva õigeid vastuseid, said ka harva atraktiivset tagasisidet ning neile oli see motiveeriv. Tugevama kognitiivse võimekusega õpilaste puhul võis aga juhtuda, et nad vastasid enamikul juhtudest õigesti ning iga vastuse korral arvuti poolt pakutud atraktiivne tagasiside muutus nende jaoks tüütavaks. Ka Alessi ja Trollip (2001: 206) soovivad, et kui drillprogrammile lisada nn. autasu, siis peab arvestama erinevate õppijatega ning sellega, et mitte kõik kasutajad ei pruugi nautida mängulisi elemente. Lisaks võis sellise viivituse korral olla akadeemiliselt vähemedukatele õpilastele soodustavaks teguriks asjaolu, et kui ei mindud koheselt uue küsimuse juurde, siis oli rohkem aega õige vastuse kinnistumiseks.

Ka järgmise küsimuse saamiseks oli akadeemiliselt edukate õpilaste puhul otstarbekam kas kohene üleminek järgmisele küsimusele pärast vastuse sisestamist või kasutaja tegevus (näiteks pidi õppija vajutama teatud klahvi uue küsimuse saamiseks).

Statistiliselt olulisi erinevusi võrreldes akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrelatsioonikoefitsiente andsid veel kuus drillprogrammi käsitlemise karakteristikut, kuid viis neist olid statistiliselt oluliselt seotud vaid akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemusega ja üks vaid akadeemiliselt vähemedukate õpilaste õpitulemusega.

Analoogselt ülemineku takistuste arvule polnud väljumise takistused kõrgemate ainealaste oskustega õpilaste jaoks otstarbekad. Sarnaselt ülemineku takistustele olid nendekski animatsioonid ja videod, mis ei pakkunud kasutajale võimalust neid katkestada (korrelatsioon üleminekutakistuste ja väljumise takistuste arvu vahel 0,79; $p < 0,01$). Seega akadeemiliselt edukad õpilased vajasid koheselt toimivat drillprogrammi või juhtimisvõimalust (katkestada dünaamiline esitus) ning erinevad takistused ja viivitused nende tegevuse korral võisid tekitada frustratsiooni.

Akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemus oli suurem, kui drillprogrammis oli enam tuntud ikoonid, oli suurem koos viipadega (selgitusega) antud nuppude ja ikoonide protsent ning rippmenüüde arv. Nagu juba korduvalt on mainitud, vajavad kognitiivselt tugevamad õpilased enam juhtimisvõimalusi õppi-programmi üle (Reed & Spuck, 1996). Asjaolu, et tuntud ikoonide protsent ning

viipadega antud nuppude ja ikoonide protsent olid statistiliselt olulises seoses just akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemusega näitab, et just see kontingent püüdis enam õpiprogrammi käsitlemisega õpetaja abita hakkama saada või pakkus koguni õpetaja neile seda võimalust. Eelankeetide põhjal võib samuti väita, et akadeemiliselt edukad õpilased olid arvuteid varem rohkem kasutanud, nad hindasid enda kindlustunnet arvuti ees ning mitmeid arvutikasutusoskusi kõrgemalt kui akadeemiliselt vähemedukad õpilased (Mann-Whitney U-testiga kõikidel juhtudel $p < 0,05$).

Selgus, et kui enamate rippmenüüde korral akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemus oli suurem, siis täisekraan-menüüde suurema arvu korral oli sama kontingendi korrigeeritud järeltesti tulemus hoopis väiksem. Samad seosed ilmnedid ka tüdrukute õpitulemusega. Nagu juba tüdrukute puhul mainitud, on täisekraan-menüüd Alessi ja Trollipi (2001: 55) sõnul enam desorienteerivad, kuid rippmenüüd alati nähtaval ning arvestades, et akadeemiliselt edukad õpilased kasutasid arvatavasti enam erinevaid menüüsid, mõjutasid menüüde karakteristikud enam just selle kontingendi õpitulemust. Rippmenüüsid kasutavates drillprogrammides oli ka enam tuntud ikoone, samas kui täisekraan-menüüsid kasutavates drillprogrammides oli tuntud ikoonide protsent väiksem (korrelatsioonid vastavalt 0,87 ja -0,67; mõlemal juhul $p < 0,01$).

Drillprogrammi poolt pakutavaid võimalusi kirjeldavatest karakteristikutest olid viis seotud akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemusega ning kolm akadeemiliselt vähemedukate õpilaste õpitulemusega. Kõik kolm karakteristikut, mis olid statistiliselt oluliselt seotud madalamate ainealaste oskustega õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemusega, andsid statistiliselt olulise, kuid vastupidise seose ka kõrgemate ainealaste oskustega õpilaste korral. Nendeks karakteristikuteks olid teostuse huvitavus, arvuti võimaluste ärakasutamine ja drillprogrammi atraktiivsus. Kõikide viimati loetletud karakteristikute väärtusteks võeti erinevate ekspertide hinnangute mediaan. Kõik need karakteristikud olid ka omavahel tihedas seoses (kõikide korrelatsioonide puhul $p < 0,01$). Seega uurimuse tulemusena ilmnedid, et drillprogrammidega, mida eksperdid hindasid atraktiivsemaks, selle teostust huvitavamaks ning leidsid, et konkreetse drillprogrammi puhul on enam ära kasutatud erinevaid arvuti poolt pakutavaid võimalusi, said akadeemiliselt edukad õpilased madalamaid, kuid akadeemiliselt vähemedukad õpilased kõrgemaid õpitulemusi. Seega võib väita, et atraktiivsus ning huvitavate mittetraditsiooniliste võimaluste suur hulk võivad viia kõrgemate ainealaste oskustega õppijate tähelepanu õppe-eesmärkidelt eemale. Samas madalamate ainealaste oskustega õpilastele võib atraktiivsus ning huvitav õpiprogrammi disain mõjuda motiveerivalt.

Üheks eelpoolnimetatud tulemuse põhjuseks võib olla asjaolu, et eksperdid hindasid teostuse huvitavust, arvuti võimaluste ärakasutamist ja drillprogrammi atraktiivsust kõrgemalt, kui drillprogrammis kasutati enam erinevaid meedia-liike (korrelatsioonid vastavalt $\rho = 0,42$; $p < 0,05$; $\rho = 0,45$; $p < 0,01$; $\rho = 0,49$ $p < 0,01$) ja tagasiside anti erinevate meediate abil: heli, animatsioon (korrelatsioonide olulisusnivood kõikidel juhtudel $p < 0,01$). Ja jällegi võib

põhjuseks olla asjaolu, et uurimuses kasutatud drillprogrammides tasustati õppijat iga õige vastuse eest. Nõrgema kognitiivse võimekusega õppijate jaoks võis see olla kinnituseks ning motiveerivaks teguriks, kuid tugevama kognitiivse võimekusega õpilaste puhul võis iga vastuse korral arvuti poolt pakutud atraktiivne tagasiside varsti tüütavaks muutuda.

Akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus oli madalam, kui drillprogramm pakkus võistlust skooriga. Nähtavasti kaldus sellisel juhul selle õpilaskontingendi tähelepanu kõrge skoori saavutamisele ning vajalike oskuste harjutamine jäi tahaplaanile. Samuti sõltus kõrgemate ainealaste oskustega õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus drillprogrammi tegelaskujust. Ilmnes, et akadeemiliselt edukatel õpilastel oli kõige suurem õpitulemus neis õpiprogrammides, kus polnudki tegelaskuju. Kas tegelaskujuks oli mees, tüdruk või hoopis mõni olend (krokodill, tulnukas jms), ei mõjutanud õpitulemust. Kuna tegelaskuju oli atraktiivne, lisaks "oskas" tegelaskuju ka rääkida, siis võis see tõmmata akadeemiliselt edukate õpilaste tähelepanu küsimustelt eemale.

Info esitamist kirjeldavatest karakteristikutest seitse olid statistiliselt oluliselt seotud akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemusega ning vaid üks karakteristik oli statistiliselt oluliselt seotud akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemusega. Nagu eelmistes karakteristikute rühmades, nii ka selles rühmas leidis karakteristik, mille olemasolu korral oli akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemus väiksem ja akadeemiliselt vähemedukate õpilaste õpitulemus suurem. Selleks karakteristikuks oli animeeritud tiitellehe olemasolu. Gagnè (Gagnè & Driscoll, 1992) õppetunni üldmudeli järgi on esimeseks etapiks tähelepanu haaramine. Nielsen (1995) järgi ongi animatsiooni üheks ülesandeks tähelepanu köitmine. Ka Szabo ja Poohkay (1996) väidavad, et animatsioon tõmbab tähelepanu ning Goyne jt. (2002) märgivad, et animatsioonide kasutamine motiveerib kasutajat. Kuna eelankeetide põhjal selgus, et akadeemiliselt vähemedukatele õpilastele meeldis vähem arvuteid kasutada kui akadeemiliselt edukatele õpilastele (Mann-Whitney testiga, $p < 0,05$), siis selliste õpilaste korral oli oluline nende tähelepanu õpitavale tõmmata ning neid arvuti abil õppima motiveerida. Kuna aga akadeemiliselt edukatele õpilastele meeldis arvutikasutamine enam, siis oskuste harjutamine arvuti abil oli neile niigi motiveeriv tegur ja passiivselt jälgitav animatsiooniga tiitelleht võis neil pigem takistada kiiret harjutamise juurde jõudmist.

Nagu animatsiooniga tiitellehe korral, nii ka heli lisamisega tiitellehele vähenes akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus (astakorrelatsioon tiitellehel animatsiooni olemasolu ja heli kasutamise vahel 0,49; $p < 0,01$). Kuna tiitellehel asuvad animatsioon ja heli teenisid eelkõige tähelepanu haaravat ja motiveerivat eesmärki, siis õpilaste korral, kes olid juba motiveeritud õppima ning kelle tähelepanu oli juba haaratud kasvõi arvuti taha istumisega, võisid sellised liigsed stiimulid olla pigem häiriva iseloomuga.

Akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus oli suurem, kui drillprogrammi küsimuse ja vastuse sisestusaken täitis suurema osa ekraanist ja kui drillprogrammi küsimused olid ülejäänud kontekstist eraldatud. Akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemusega negatiivses seoses oli aga värvide arv. Kõiki neid karakteristikuid käsitleti lähemalt kahes eelmises paragrahvis, kuid kõik need kolm karakteristikut viitavad, et kõrgemate ainealaste oskustega õpilaste jaoks oli otstarbekam õpiprogramm, mis keskendus enam harjutatavale oskusele ning mis ei lasknud tähelepanul hajuda. Küsimuste eristatuse ja värvikirevuse vahel arvatud Spearmani astakkorrelatsioon oli $-0,62$ ($p < 0,01$), mis näitab, et värvikirevamad olid drillprogrammid, kus küsimused polnud ülejäänud illustreerivast kontekstist eraldatud. Värvikirevus ning harjutatavate küsimuste sulandumine tausta-illustratsioonidesse võisid kõrgemate ainealaste oskustega õpilaste tähelepanu küsimustelt eemale tõmmata.

Uuritud drillprogrammidest 50% (matemaatika drillprogrammidest 27% ja inglise keele drillprogrammidest 68%) kasutasid heli. Heliks võis olla taustameloodia, vastuse sisestamise või valiku heliefektid, küsimuse suuline esitamine või heliga antav tagasiside. Ilmnes, et taustameloodia korral oli akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus väiksem. Ka Nielsen (1995), Phillips (1997: 112) ja Boyle (1997: 172) soovivad kasutada taustaheli ettevaatlikult ning tasakaalukalt, et see ei juhiks tähelepanu oluliselt materjalilt eemale ning ei häiriks õpiprogrammi kasutajat. Eksperimendis kasutatud õpiprogrammides taustameloodiat pakkuvate drillprogrammide korral polnud küsimused illustreerivast kontekstist eristatud (Spearmani astakkorrelatsioon $-0,82$; $p < 0,01$) ja need drillprogrammid olid värvikirevamad (astakkorrelatsioon värvide arvuga $0,62$; $p < 0,01$).

Kui eelmise paragrahvi kokkuvõttes jõuti järeldusele, et drillprogrammis oli efektiivne esitada vajalik informatsioon lihtsa, mitte liiga värvikireva graafikaga, mis ei sisaldaks palju detaile, siis ka akadeemiliselt edukate õpilaste puhul osutus efektiivseks karakteristikuks lihtsustatud illustratsioonide arv. Lihtsustatud illustratsioonid, kas tagasiside andmiseks või küsimuste kontekstina, olid kiiremini mõistetavad ega juhtunud tähelepanu õppe-eesmärkidelt eemale.

Küsimuste esitamist iseloomustavatest karakteristikutest kaks olid statistiliselt oluliselt seotud akadeemiliselt edukate ja üks akadeemiliselt vähem edukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemusega. Neist üks karakteristik oli jällegi üheaegselt seotud mõlema õpilaskontingendiga. Selleks karakteristikuks oli üleminekukiirus, mida mõõdeti sekundites ja see näitas, kaua läks minimaalselt aega pärast vastusele tagasiside saamist järgmise küsimuse ilmutamiseks. Selgus, et akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemus oli suurem, kui uus küsimus ilmus võimalikult kiiresti. Akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korral oli aga õpitulemus parem kui üleminekuks läks kauem aega. Antud karakteristik oli statistiliselt oluliselt seotud ka ülemineku takistuste arvuga, tagasisidena antava animatsiooniga ja väljumise takistuste arvuga (korrelatsioonid vastavalt $r = 0,73$; $p < 0,01$; $\rho = 0,35$; $p < 0,05$ ja $r = 0,54$; $p < 0,01$). Jällegi, iga õige vastuse korral pakutav tagasiside polnud enam motiveeriv, kui õigeid

vastuseid sisestati sageli. Seega akadeemiliselt edukate õpilaste jaoks oli otsarbekam kiiremini reageeriv drillprogramm või dünaamiliste esituste üle juhtimisvõimaluse omamine. Kuid nagu juba eelnevalt mainitud, vajasis akadeemiliselt vähemedukad õpilased vastuse kinnistumiseks enam aega.

Akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus oli väiksem, kui drillprogrammi küsimused olid grupeeritud semantika (organisatsiooni) järgi. Vastavalt rühmitatud küsimused vähendasid ka poiste õpitulemust ning seda karakteristikut käsitleti eelmises paragrahvis. Nähtavasti vajavad ka akadeemiliselt edukamad õpilased rohkem vaheldust.

Tagasisidet kirjeldavatest karakteristikutest oli viis karakteristikut statistiliselt oluliselt seotud akadeemiliselt edukate õpilaste ja kolm akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemusega. Selles rühmas ei leidunud ühtegi karakteristikut, mille olemasolu korral oleks õpitulemus olnud väiksem ühe kontingendi ja suurem teise kontingendi puhul.

Akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus oli suurem, kui tagasiside anti heliga ning heliks kasutati vaid kaht erinevat kõla: üht õige ja teist vale vastuse korral. Sama õpilaskontingendi õpitulemus oli aga väiksem, kui tagasiside anti digitaalse kõne või animatsiooniga. Ka need karakteristikud olid mingis mõttes seotud kiirema drillprogrammi läbimise ning drillprogrammi atraktiivsusega. Nimelt, kui tagasiside oli heliline ja heli andis teada, kas vastus on õige või vale, siis see võttis tunduvalt vähem aega, kui vastava sõnumi lugemine või kuulamine. Digitaalse kõnega antud tagasiside polnud ka sama kõikide õigete ja kõikide valede vastuste korral ($\rho = -0,77$; $p < 0,01$) ja kuna see anti inglise keeles, ei pruukinud õpilased koheselt aru saada, kas vastus oli õige või vale. Animatsiooniga antav tagasiside võttis aga kõige enam aega ning see võiski põhjustada asjaolu, et tagasiside, mis kasutas animatsiooni, polnud akadeemiliselt edukate õpilaste korral otstarbekas. Animatsiooniga antav tagasiside oli ka seotud nii ülemineku kiirusega, ülemineku takistuste arvu kui ka väljumise takistuste arvuga (Spearmani astakorrelatsioonid vastavalt 0,38; $p < 0,05$; 0,73 ja 0,80; kahel viimasel juhul $p < 0,01$). Ka digitaalse kõne kuulamine võttis kauem aega kui vaid ühe helisignaali kuulamine, kuid heli olemasolu ei takistanud drillprogrammides üleminekut järgmise küsimuse juurde ega väljumist. Samuti võib animatsiooni negatiivne seos korrigeeritud järeltesti tulemusega olla jälle põhjendatud biheivioristlikule teooriale tuginedes – liiga sage atraktiivne kinnitus pole efektiivne.

Akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus osutus negatiivselt seotuks drillprogrammi reageerimisajaga. Drillprogrammi reageerimisega mõõdeti sekundites ning see näitas, kaua läks aega, et drillprogramm annaks sisestatud vastusele tagasisidet. Drillprogrammi reageerimisaeg oli statistiliselt oluliselt seotud nii väljumise kui ka ülemineku takistuste arvuga, üleminekukiiruse ja tagasisideks antava animatsiooni olemasoluga (vastavalt $r = 0,53$; $r = 0,52$; $r = 0,44$ ja $\rho = 0,44$; kõikidel juhtudel $p < 0,01$). Nagu juba korduvalt märgitud, oli akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemus suurem drill-

programmide korral, mis võimaldasid kiiresti küsimuse mõtet taibata, kiiresti vastata, kiiresti tagasisidet saada ning kiiresti järgmise küsimuse juurde minna.

Õpiprogrammi poolt pakutavad lisaefektid polnud akadeemiliselt edukate õpilaste jaoks sugugi otstarbekad. Selle õpilaskontingendi korrigeeritud järeltesti tulemus oli väiksem, kui vale vastuse korral pakutav tagasiside oli huvitavam õige vastuse korral pakutavast tagasisidest. Eksperimendis kasutatud drillprogrammidest pakkusid vale vastuse korral huvitavamalt tagasisidet animatsiooni tagasisideks kasutanud drillprogrammid (astakkorrelatsioon 0,50; $p < 0,01$). Weiss ja tema kolleegid (2002) väidavad, et atraktiivne animatsioon, mis ilmub vale vastuse tagasisidena võib suurendada valede vastuste ilmutist. Ka teised autorid (Silver, 1992; Alessi & Trollip, 2001: 115) kirjutavad, et vale vastuse tagasiside ei tohiks olla õige vastuse omast atraktiivsem. Madalamate ainealaste oskustega õpilaste puhul võis aga tekkida olukord, kus sageli saadud vale vastuse tagasiside kaotas oma huvitavuse – sama olukord, mis kõrgemate ainealaste oskustega õpilaste puhul õige vastuse tasustamise korral. See võiski põhjustada asjaolu, et antud karakteristik ei andnud statistiliselt olulist seost akadeemiliselt vähemedukate õpilaste õpitulemusega.

Akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korral osutus õpitulemus väiksemaks, kui drillprogrammi lõpus teatati õigete vastuste protsent. Kuna antud eksperimendis oli tegemist kolmanda klassi õpilastega, kes polnud protsenti õppinud, siis jäi vastav informatsioon akadeemiliselt vähemedukatele õpilastele nähtavasti arusaamatuks.

Akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus oli suurem kui formaadi veaga vastust ei loetud valeks vastuseks. Ka Alessi ja Trollip (2001: 114) soovivad, et formaadiveaga vastuseid ei tohiks valedeks lugeda ning nende korral peab kasutajale teatama vastuse õige formaadi.

Ainespetsiifiliste karakteristikute korral ilmnisid statistiliselt olulised seosed vaid akadeemiliselt edukate õpilaste puhul. Kõrgemate ainealaste oskustega õpilaste korrigeeritud järeltesti tulemus osutus suuremaks, kui inglise keele drillprogrammides oli harjutatavate sõnade komplektis enam õpitavaid sõnu ja matemaatika drillprogrammides harjutati korraga vaid üht matemaatilist tehet (näiteks olid ülesanded ainult liitmise, mitte aga liitmise ja lahutamise kohta segamini).

Antud paragrahvi kokkuvõtteks peab nentima, et akadeemiliselt edukad ja vähemedukad õpilased vajasid erinevaid drillprogramme. Seega leidis kinnitust ka kolmas hüpotees. Kui aga neljanda hüpoteesina väideti, et drillprogrammide suure atraktiivsuse ning mängulisuse korral saavutavad õpilased väiksemaid õpitulemusi, siis see hüpotees osutus õigeks vaid osaliselt. Atraktiivsema ning huvitavama teostusega drillprogrammi korral said madalamaid õpitulemusi küll akadeemiliselt edukad õpilased, kuid paremaid õpitulemusi akadeemiliselt vähemedukad õpilased.

Seega akadeemiliselt edukate õpilaste jaoks olid efektiivsed drillprogrammid, kus ei kasutatud erinevaid atraktiivseid karakteristikuid, mis võivad tähelepanu eemale juhtida. Samas vajasid akadeemiliselt edukad õpilased

kiiresti toimivad drillprogramme, kus oleks võimalik kiiresti vastata, kiiresti saada tagasisidet ja kus kiiresti ilmuks uus küsimus. Akadeemiliselt vähem-
edukate õpilaste jaoks tuleks drillprogrammid disainida atraktiivse tiitellehega, mis motiveeriks drillprogrammi kasutama. Lisaks olid akadeemiliselt vähem-
edukate õpilaste puhul otstarbekamad aeglasemad drillprogrammid, kus neil jäi aega õige vastuse kinnistumiseks. Selle kontingendi motiveerimisele aitasid kaasa animatsioonid ja videod. Animatsiooni või videoga esitatud tagasiside on samuti nagu auhind, mis vastavalt biheiviorismile on positiivse käitumise kinnituseks. Kuid õige vastuse tasustus peaks olema ebaregulaarne, et see akadeemiliselt edukate õpilaste jaoks tüütuks ei muutuks.

KOKKUVÕTE DRILLPROGRAMMIDE EKSPERIMENDIST

Antud uurimuse tulemusena vaadeldud korrigeeritud järeltesti tulemustega seoses olnud karakteristikuid arvestades saab anda soovitud drillprogrammide koostamiseks ja valikuks. Eriti oluline on teada küsimuste esitamise, vastamise ning tagasiside andmisega seotud karakteristikute seost õpitulemusega, sest neid tulemusi saaks arvestada ka klassiõpetajad nii testide (arvutipõhised testprogrammid *APSTest*, *Hot Potatoes*) kui ka esimeses kooliastmes laialt kasutatavate elektrooniliste töölehtede (näiteks *Word*'i ja *Exceli* töölehed) koostamisel.

Toodud soovitud võtavad arvesse, et vastava drillprogrammi abil saavutaks head õpitulemused kõik õpilased, nii poisid kui ka tüdrukud, nii akadeemiliselt edukad kui ka vähemedukad õpilased. Kokkuvõtteks toodud soovitud on jaotatud kuueks osaks vastavalt eksperimendis kasutatud drillprogrammide karakteristikute liigitusele.

Drillprogrammi poolt pakutavad võimalused:

- Vältida võitlust skooriga, mis võib juhtida õpilaste tähelepanu õppe-eesmärgilt kõrvale. Soovides siiski drillprogrammi esitada võistlusena, võib olla otstarbekam võistlus aja või kaaslasega.
- Kuigi drillprogrammi esitamine mängulisemana, kus on tegelaskuju, võib olla õppija jaoks huvitavam, pole see kõikide õpilaste jaoks otstarbekas. Tegelaskuju drillprogrammides võib viia õppija tähelepanu õppe-eesmärgilt eemale.
- Akadeemiliselt edukate õpilaste puhul vältida drillprogrammi suurt atraktiivsust ning väga huvitavat teostust, mis samuti võib raskendada õppijatel keskenduda harjutatavatele küsimustele. Sellise õpilaskontingendi jaoks mõeldud drillprogramm ei pea ära kasutama kõiki arvuti poolt pakutavaid võimalusi. Kuid akadeemiliselt vähemedukate õpilaste jaoks on vaja kavandada drillprogrammid võimalikult atraktiivsema teostusega, kasutades ära erinevaid arvuti poolt pakutavaid võimalusi. See motiveerib madalamate ainealaste teadmiste ning oskustega õppijaid õpiprogrammi kasutama.

Drillprogrammi käsitsemine:

- Tiitellehelt jätkamise võiks muuta automaatseks (tiitelleht kaob ise mõnede sekundite pärast ja jätkatakse õpiprogrammiga), et õpilane pääseks kiiresti ja hõlpsasti harjutatavate küsimuste juurde.
- Menüüdest kasutada kogu teema läbimisel nähtaval olevaid ja kasutatavaid rippmenüüsid.
- Vältida mitmete täisekraan-menüüde kasutamist.
- Menüüdes võiks pakkuda ka juhtnööre drillprogrammi kasutamiseks.

- Võimaldada liikumist menüüdes nii hiire kui ka klaviatuuriga.
- Kui drillprogrammis kasutatakse ikoone ning nuppe, siis peaks need olema kasutajate jaoks tuntud ning koos selgitava tekstiga (viipadega).
- Anda õppijale video ja animatsioonide puhul juhtimisvõimalusi (katkestamine, paus jms). Eriti oluline on võimalus katkestada videot või animatsiooni akadeemiliselt edukate õpilaste puhul ja juhul kui need meediaelemendid takistavad üleminekut järgmise küsimuse juurde või õpiprogrammist väljumist.
- Üleminek järgmise küsimuse juurde peaks akadeemiliselt edukate õpilaste jaoks toimuma automaatselt (kohe pärast vastuse sisestamist ning tagasiside esitamist ilmub uus küsimus) või kasutaja tegevuse kaudu (kasutaja vajutab teatud klahvile klaviatuuril või klikib teatud nupul ekraanil).
- Pakkuda lõppteadet pärast drillprogrammist väljumist, mis informeerib kasutajat, et väljumine on korrektselt õnnestunud.

Info esitamine:

- Pole soovitatav pakkuda üleliigset eellehte. Drillprogramm peaks algama koheselt tiitellehega.
- Akadeemiliselt vähemedukate õpilaste jaoks on oluline pakkuda animatsiooniga tiitellehte, mis tekitab motivatsiooni õppida. Akadeemiliselt edukate õpilaste jaoks kasutada aga lihtsat staatilise graafikaga ning helita tiitellehte. Kui tiitelleht sisaldab animatsiooni või heli, lubada õppijal neid katkestada, et koheselt pääseda harjutatavate ülesannete juurde.
- Et juhtida õpilase tähelepanu küsimusele ning selle vastusele, kavandada drillprogrammi küsimuse ja vastuse sisestusaken viisil, et see hõlmaks suurema osa ekraanipinnast.
- Kui drillprogramm on esitatud mänguna või illustreerivas kontekstis, on vajalik esitada harjutatavad küsimused taustast ja mängulisest kontekstist eristuvatena.
- Nooremad õpilased vajavad suurema kirjasuurusega esitatud küsimusi.
- Kirjatüübiks valida traditsioonilisemad kirjatüübid nagu *Times New Roman* ja *Ariel*, millega õpilased on enam harjunud.
- Vältida suurt hulka illustratsioone, mis häirivad keskendumist esitatud küsimusele. Detailsete illustratsioonide asemel võiks kasutada lihtsustatud illustratsioone.
- Vältida värvikirevust.
- Taustameloodia kasutamine võib osutada mõnede õppijate jaoks häirivaks.

Küsimuste esitamine:

- Küsimused ühes harjutatavas komplektis võiksid olla erinevad oma valdkonna poolest.
- Kui üks ja sama küsimuste komplekt on koostatud kõikide õpilaste jaoks, siis tuleks ühte komplekti panna erineva keerukusega küsimusi. Koostades

küsimustekomplekte erineva võimekusega õpilaste jaoks, võivad need sisaldada keerukuse järgi rühmitatud küsimusi.

- Õpitulemuse seisukohalt pole kasulik pakkuda esimese kooliastme õppijale võimalust valida drillprogrammis esitatavate küsimuste arvu.
- Küsimuste viisidest on otstarbekamad pilt tekstilisele küsimused, mõnedele õpilastele mitteotstarbekad on aga tekst tekstilisele küsimused.
- Küsimuste liikidest võivad anda paremaid õpitulemusi valikvastustega küsimused.
- Küsimustesse graafika kui küsimuste konteksti lisamine võib soodustada küsimustest arusaamist ning duaalset kodeerimist.
- Akadeemiliselt edukate õpilaste jaoks on efektiivne drillprogramm, mis võimaldab kiiresti liikuda ühelt küsimuselt järgmisele. Akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korral on efektiivne pakkuda enne järgmise küsimuse esitamist aega eelneva vastuse kinnistumiseks.
- Võõrkeele sõnavara harjutava drillprogrammi korral pakkuda akadeemiliselt edukamatele õpilastele enam uusi õpitavaid sõnu ühes harjutatavas sõnadekomplektis.
- Matemaatika drillprogrammide korral on akadeemiliselt edukate õpilaste jaoks otstarbekam keskenduda ühele harjutatavale oskusele korraga (näiteks ainult liitmine).

Vastamine:

- Vastamine hiire abil on algklassi õpilase jaoks lihtsam ja kiirem kui vastamine klaviatuuri kasutades.
- Vastamisaega mitte piirata või anda vastamiseks kauem aega.

Tagasiside:

- Pärast vastuse sisestamist või valikut anda võimalikult koheselt tagasiside vastuse õigsuse kohta.
- Õpitulemus on suurem lihtsa napi tagasiside puhul, mis informeerib kasutajat vaid vastuse õigsusest.
- Kasutada heli abil antavat tagasisidet, eriti võõrkeelsete drillprogrammide korral. Seejuures on otstarbekas kasutada vaid kaht erinevat kõla: üht õige ja teist vale vastuse korral.
- Digitaalse kõnega tagasiside puhul võib mõnede õpilaste õpitulemus olla väiksem.
- Animatsiooniga antav tagasiside peaks olema varieeruv, et see motiveeriks kasutajat. Et animatsioon oleks õppija jaoks tasustuseks ja ei muutuks tüütuks, võiks selle esinemine õige vastuse puhul olla juhuslik.
- Harjutamise ajal kasutaja jaoks näha olev informatsioon (jooksev skoor või aeg) tõmbab tähelepanu küsimustelt eemale. Kõikide küsimuste vastamise edukusega seotud summaarse tagasiside võib esitada drillprogrammi lõpus, teatades saavutatud skoori, vastamiseks kulutatud aja jms.

- Mitte arvestada veaks vastuse formaadi viga (näiteks kui numbri 4 asemel on kirjutatud sõna “neli”), vaid informeerida kasutajat õigest formaadist ning lasta tal uuesti vastata.
- Valikvastustega küsimustes võiks õppijale vale vastuse puhul pakutava vihjena märkida või kaotada valitud vale vastus etteantud vastusevariantide hulgast.
- Vale vastuse korral antav tagasiside ei tohiks olla huvitavam kui õige vastuse tagasiside. Vastasel korral võivad õpilased hakata tegema tahtlikke vigu.
- Drillprogrammi lõpus pakutav õigete vastuste protsent pole otstarbekas algklassi õpilaste jaoks, kes pole veel omandanud protsendi mõistet.

Kuna akadeemiliselt edukamad õpilased omandavad teadmisi/oskusi kiiremini kui akadeemiliselt vähemedukad õpilased, nad ei vaja niipalju motiveerimist ning harjutamist, siis antud peatüki kokkuvõtteks võib nentida, et akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste jaoks tuleks koostada erinevaid drillprogramme. Õpilaste võimekust võiksid arvestada ka klassiõpetajad koostades elektroonilisi töölehti ning arvutipõhiseid teste.

Nagu elektrooniliste õpikute eksperimendis nii ka drillprogrammide korral ei õnnestunud kontrollida kõikvõimalike karakteristikute seoseid õpitulemusega. Näiteks küsimuste viisidest pilt visuaalsele küsimuste ning küsimuste liikidest tõene/väär küsimuste ja lünkteksti seos õpitulemusega jäi kontrollimata, sest selliseid küsimusi kasutatud drillprogrammides ei esinenud. Ka Behrmani (1984) poolt soovitatud personaalse tagasiside andmist polnud rakendatud üheski uurimuses kasutatud drillprogrammis.

KOKKUVÕTE

Antud töös püüti selgitada, milliseid õpitarkvara karakteristikuid võiks õpitarkvara disainijad arvestada koostades elektroonilisi õpikuid ning drillprogramme. Neile karakteristikutele peaks pöörama tähelepanu ka õpetajad valides oma õpilaste jaoks sobilikku õpitarkvara ja/või koostades elektroonilisi töölehti (näiteks *Word*'i ja *Exceli* töölehti) või arvutipõhiseid teste (*APSTest*, *Hot Potatoes*).

Töö empiirilises osas käsitleti kahte uurimust, millest esimeses vaadeldi elektrooniliste õpikute ja teises drillprogrammide efektiivseid karakteristikuid. Elektrooniliste õpikute eksperiment viidi läbi 10. klasside õpilastega ning drillprogrammide eksperimentis olid uurimuse kontingendiks 3. klasside õpilased. Mõlemas uurimuses kasutati ühe rühma eksperimenti, kus õpilaste poolt arvutite abil toimuva õppega saavutatud õpitulemused seati vastavusse vastava õpitarkvara teema karakteristikutega. Õpitulemust määrati testide abil, mille valiidsus ning reliaablus oli kontrollitud. Õpitulemuse all mõisteti elektrooniliste õpikute puhul teadmist, mõistmist, rakendamist ja analüüsi. Õpitulemus, mida mõõdeti drillprogrammide puhul, oli Bloom'i õpitulemuste kognitiivsele taksonoomiale vastavalt teadmine. Õpitulemus saavutati õpilaste poolt mõlemas eksperimentis iseseisva õppimise tulemusena. Efektiivsete (õpitulemusega statistiliselt olulises seoses olevate) karakteristikute määramiseks kasutati korrelatsioonanalüüsi.

Paralleelselt kooliekperimentidega analüüsiti nii elektrooniliste õpikute kui ka drillprogrammide karakteristikuid. Elektrooniliste õpikute puhul jäi lõppanalüüsi 136 karakteristikut, millest 48 iseloomustasid elektroonilise õpiku käsitlemist, 40 kujundust, 21 teksti esitamist, 24 enesekontrolli võimalusi ning 3 elektroonilist õpikut üldiselt. Drillprogrammide korral lõppanalüüsi jäänud 145 karakteristikust 42 iseloomustasid drillprogrammi käsitlemist, 11 drillprogrammi poolt pakutavaid võimalusi, 30 info esitamist, 21 küsimuste esitamist, 8 vastamist ja 33 õppijale pakutavat tagasisidet.

Antud doktoritöö **hüpoteesid** olid:

1. Lisaks info esitamise karakteristikutele mõjutavad elektrooniliste õpikute ja drillprogrammide efektiivsust õpitarkvara käsitlemise ning pakutava tagasisidega seotud karakteristikud.
2. Kuna praeguses situatsioonis on Eestis tüdrukute arvutioskused madalamad kui poistel (Tiiger Luubis, 2001), siis vajavad tüdrukud lihtsamini käsitsetavaid elektroonilisi õpikuid ja drillprogramme.
3. Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste jaoks on vajalik koostada erinevate karakteristikute väärtustega elektroonilisi õpikuid ja drillprogramme.

4. Drillprogrammide liigne atraktiivsus ning mängulisus vähendavad õpitulemust.

Nendest hüpoteesidest leidsid mõlema eksperimendi tulemuste põhjal kinnitust esimesed kolm hüpoteesi. Osalist kinnitust leidis ka neljas hüpotees. Nimelt drillprogrammide suure atraktiivsuse korral said halvemaid õpitulemusi akadeemiliselt edukad õpilased, kuid paremaid tulemusi akadeemiliselt vähem edukad õpilased. Drillprogrammide atraktiivsus polnud aga statistiliselt oluliselt seotud ei kõikide õpilaste, poiste ega tüdrukute õpitulemustega. Seega neljas hüpotees leidis kinnitust teatud õpilaskontingendi korral.

Järgnevalt võetakse kokku nende kahe uurimuse tulemused, vaadatakse, millised karakteristikud olid olulised mõlema õpitarkvara liigi ning mõlema vanuseastme jaoks. Samuti analüüsitakse, miks mõned õpitarkvara karakteristikud andsid ühe eksperimendi tulemuste põhjal positiivse ning teise tulemuste põhjal negatiivse seose õpitulemusega. Toodud soovitusel on liigitatud vastavalt drillprogrammide karakteristikute liigitusele, kus elektrooniliste õpikute enesekontrolli karakteristikud on jaotatud sarnaselt drillprogrammide karakteristikutega kolmeks (küsimuste, vastamise ja tagasiside karakteristikud) ja elektrooniliste õpikute kujunduse ning teksti karakteristikud on liidetud kokku informatsiooni esitust kirjeldavate karakteristikute alla.

Õpitarkvara poolt pakutavad võimalused

Elektrooniliste õpikute eksperimendis analüüsiti kolme õpitarkvara poolt pakutavaid võimalusi iseloomustava karakteristikute (arvuti võimaluste ärakasutamine, teostuse huvitavus ja kasutaja identiftseerimine) seoseid korrigeeritud järeletestide tulemustega. Neist kumbki ei andnud statistiliselt olulisi korrelatsioone õpilaste õpitulemusega. Drillprogrammide kujundamise ning valiku korral tuleks aga arvestada nii teostuse huvitavust, õpiprogrammi atraktiivsust kui ka arvuti võimaluste ärakasutamist. Seejuures peaks lähtuma õpilaste tasemest – kui akadeemiliselt edukate õpilaste jaoks peaks nende karakteristikute väärtused olema madalad, siis akadeemiliselt vähemedukate õpilaste motiveerimiseks on otstarbekam atraktiivsem ning huvitavama tehnilise lahendusega drillprogramm. Võimalik, et saadud tulemuste põhjenduseks on ka vanuseastmest tingitud erinevus – võib-olla vajavad just nooremad õpilased atraktiivsemat õpitarkvara, samas kui vanemate õpilaste korral teostuse huvitavus olulist mõju õpitulemusele ei oma.

Drillprogrammide korral selgus ka, et võistlus skooriga vähendas nii kõikide õpilaste, poiste kui ka akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemust. Seega kavandades ja valides drillprogramme nooremate õpilaste jaoks oleks vaja vältida skooriga võistluse pakkumist. Sellisel juhul keskenduvad mõned õpilased vaid kõrge skoori tagaajamisele ning õpitavate oskuste täiustumist ei

toimu. Ka tegelaskuju drillprogrammis võib juhtida teatud õpilaste tähelepanu õppe-eesmärkidelt kõrvale.

Õpitarkvara käsitlemine

Drillprogrammide eksperimendi tulemuste põhjal ilmnes, et nooremad õpilased (kooli esimene vanuseaste) saavutasid paremaid õpitulemusi sellise drillprogrammi abil, kus tiitellehelt õpiprogrammiga jätkamiseks polnud vaja kasutada tegevust. Kui drillprogrammide tiitellehed ei sisalda harjutamiseks olulist informatsiooni (menüüd, õppe-eesmärgid jms), on otstarbekam, kui tiitelleht kaob teatud sekundite möödudes ning ilmub näiteks kohe menüü harjutatava tehte või sõnavara või harjutamisliigi valikuks.

Õppijatele tuleks pakkuda võimalusi juhtida oma õppimist (menüüd, nupud, ikoonid jms), kuid õpitarkvara poolt kasutatavad nupud, ikoonid ja rippmenüüde pealkirjad peaks olema kasutajatele tuttavad. Saadud tulemus kehtis nii nooremate kui ka vanemate õpilaste korral. Eesti koolides kasutatakse ja õpetatakse enamasti *MS Office* tarkvara ning interneti brauseritest *Internet Explorer*'it või *Netscape*'i (Tiiger Luubis, 2001). Analoogse tarkvaraga puutuvad kokku õpilased ka koduarvuteid kasutades. Seega nendes rakendusprogrammides esitatud nupud, ikoonid ning rippmenüüde pealkirjad on õpilaste jaoks tuttavamad ja nendega analoogseid nuppe, ikoone ning rippmenüüde pealkirju tuleks kasutada ka õpitarkvarades. Õpitarkvara koostaja peaks vältima uute unikaalsete ikoonide, nuppude ning rippmenüüde pealkirjade kasutamist, mille interpreteerimine võib õpilastele kognitiivset lisakoormust tekitada. Ikonide ja nuppude funktsioone selgitada aitavad neile lisatavad viibad.

Tähelepanu tuleks pöörata menüüdes pakutavatele valikutele. Uurimuste tulemuste põhjal ilmnes, et kogu õppimise ajal kasutatavad rippmenüüd olid otstarbekad nii vanemate kui ka nooremate õpilaste korral. Elektrooniliste õpikute eksperimendi tulemusena selgus paneelmenüüde positiivne seos vanemate õpilaste õpitulemusega. Paneelmenüüde abil anti elektrooniliste õpikute puhul sageli edasi sisukord, mis ühtlasi informeeris kasutajaid ka õppematerjali struktuurist ning aitas teha õiges järjekorras valikuid. Kahjuks polnud kasutatud seda menüüde liiki üheski teises eksperimendis kasutatud drillprogrammide. Kui aga drillprogrammide korral selgus, et enamate täisekraan-menüüde olemasolu korral oli õpilaste õpitulemus väiksem, siis selle menüüliigi seost õpitulemusega ei õnnestunud kontrollida vanemate õpilaste puhul. Seega järgnevates uurimustes võiks analüüsida paneelmenüüde kasulikkust nooremate õpilaste korral ning täisekraan-menüüde otstarbekust vanemate õpilaste puhul.

Õpitarkvaras võiks aga vältida hierarhilisi (mitmetasemelisi) menüüsid. Kogenematud kasutajad ja madalama akadeemilise edukusega õpilased ei pruugi osata sellisest menüüst vajalikku informatsiooni üles leida. Ka klahvikombinatsioonid on õpitarkvara käsitlemiseks ebaotstarbekad, sest need jäävad

halvemini meelde ning klahvikombinatsioonide puhul ei saa kasutada viipadega antavaid selgitusi.

Kui õpitarkvara kasutamise eesmärgiks on informatsiooni omandamine, pole otsingumootori kasutamise võimalus põhjendatud. Samas võib otsingumootor olla kasulik informatsiooni otsimisel. Seega võiks õpitarkvara kavandada viisil, kus oleks võimalik otsingumootor aktiveerida või selle kasutamise võimalus ära keelata. Sellisel juhul, kui õpitarkvara (näiteks elektroonilise õpiku või õpiotstarbelise veebilehe vms) kasutamise eesmärgiks on informatsiooni omandamine, saaks õpetaja seadistada õpitarkvara viisil, et otsingumootori kasutamine oleks õpilaste jaoks keelatud. Kui aga sama õpitarkvara antakse õpilastele informatsiooni otsingu eesmärgil, siis saaks õpetaja otsingumootori aktiveerida. Õpitarkvara korral võiks pakkuda õppijatele võimalust kord läbitud materjali taasläbivaatamiseks enda jaoks märgistada (järjehoidjate kasutamine). Õppematerjalis navigeerida ning disorientatsiooni vältida aitab tagasi-nupu kasutamise võimalus.

Õppijate õpitulemus võib olla suurem omandades informatsiooni õpitarkvarast, mis kasutab lisamaterjali pakkumiseks interneti võimalusi või on analoogse disainiga kui levinumad veebibrauserid. Nagu eelpool mainitud, õpilaste jaoks on kergemini käsitsetav õpitarkvara, mille navigatsiooniline disain langeb kokku mõne enamkasutatava rakendustarkvaraga. Kuna tänapäeva õpilased kasutavad laialt internetti, siis analoogselt veebibrauseritega kavandatud õpitarkvara on õpilaste jaoks tuttavam ning seega kergemini käsitsetav.

Kui hüperlingid on omasemad internetipõhistele materjalidele, siis hüperlinkide arv õpitarkvaras sõltub selle kasutamise eesmärgist. Kui õppe-eesmärgiks on konkreetse informatsiooni omandamine, ei tohiks hüperlinkide arv olla liiga suur. Vastasel korral ei jõua õpilased kõiki hüperlinke valida ning osa õppematerjalist jääb omandamata. Hüperuumis navigeerida aitavad õpilast kursori muutusega hüperlingid (kursor muudab oma kuju, kui liikuda sellega hüperlingile). Samas leiti, et elektrooniliste õpikute käsitsemine on mitmete õpilaste jaoks lihtsam menüüde abil, kuid keerulisem hüperlinke kasutades.

Kui drillprogrammide poolt esitatav informatsioon mahtus ühele ekraanitäiele, siis elektrooniliste õpikute poolt pakutav informatsioon oli mahukam. Sellisel juhul on õppijatel vajalik liikuda õppematerjalis kas kerimise või lehekülgede vahetamise abil. Kuigi kogenematutele kasutajatele võib kerimisriba jääda märkamatuks ning seetõttu võib osa informatsioonist jääda lugemata, vastab kerimine tänapäeval enam õpilaste arvutikasutusoskustele ning vajadustele kui näiteks hiire abil lehekülje numbritele vajutades lehtede vahetamine või klaviatuurilt *PageDown* ja *PageUp* nuppude kasutamine. Kuna õppijad on erinevad, võiks pakkuda materjalis liikumiseks lisaks kerimisele ka navigeerimist eelpoolnimetatud klahvidega. Samuti selgus drillprogrammide uurimuse tulemuste põhjal, et menüüdes tuleks anda kasutajatele võimalus valikuid teha nii hiire abil kui ka klaviatuurilt nooleklahve ning *Enter* klahvi kasutades.

Õpitarkvara koolis peavad kasutama nii need õpilased, kel meeldib arvuteid kasutada ning kes tunnevad end arvutitega töötades kompetentsetena, kui ka

need, kel arvuti kasutamine ja selle abil õppimine tekitab lisapingeid või koguni frustratsiooni. Kuna õpilased, kes tunnevad end ebakindlalt arvutite abil õppides, vajavad õpitarkvara käsitlemiseks juhiseid, on kasulik lisada need igale õpitarkvarale. Juhtnööride lisamine võib aidata kogenematutel arvutikasutajatel, kel arvutikasutamine pole veel kujunenud mehhaaniliseks tegevuseks, vähendada pingeid ning kognitiivset ülekoormust. Nii suudavad nad rakendada oma kognitiivsed ressursid enam õppimisele. Seejuures võivad olla juhised juba tiitellehel. Teadmine, kuidas õpitarkvaraga toime tulla enne kui õppiija üldse vastavasse õpitarkvarasse on sisenenud, annab kindluse toimetulekuks. Juhtnööre võib panna ka menüüde valikute alla. Õpitarkvarast väljudes tuleks aga pakkuda lõppteadet, mis teatab, et väljumine on korrektselt õnnestunud ja seda vähemalt nooremate kasutajate puhul.

Kui õpitarkvara sisaldab dünaamilisi esitusi (animatsioone, videot, heli), tuleks pakkuda kasutajatele juhtimisvõimalust (katkestamist, pausi, taasesitust jms) nende esituste üle. Eriti oluline on selline kasutaja poolne juhtimine juhul, kui nende dünaamiliste esitustega ei anta edasi esmast informatsiooni, vaid need on õpitarkvarasse lülitatud õppiija tasustamiseks või motiveerimiseks (näiteks õige vastuse tagasisidena esitatav animatsioon või video). Kindlasti ei tohiks dünaamiline esitus aga takistada õppiijal õpitarkvarast väljuda või õppematerjalis edasi liikuda.

Informatsiooni esitamine

Drillprogrammide uurimuse tulemuste põhjal võib väita, et pole otstarbekas pakkuda õpitarkvara puhul enne tiitellehte eellehte, kus kuvatakse kas reklaami, tootja tutvustust või muud järgnevasse õppetundi mittepuutuvat informatsiooni. Selline eelleht ajab õppiijaid segadusse, nooremad ning kogenematud õpilased ei pruugi arugi saada, et tegemist on õige õpitarkvaraga, millelega nad tööle peavad hakkama.

Kooli noorema vanuseastme korral võiks akadeemiliselt vähemedukate õpilaste puhul pakkuda atraktiivsemat tiitellehte, mis tõmbaks tähelepanu. Nooremate õpilaste korral tõmbab tähelepanu näiteks animeeritud tiitelleht. Samas peaksid kavandajad andma õppiijatele võimaluse animatsiooni katkestada, sest korduval esitusel ei pruugi sama animeeritud tiitelleht kõikide õpilaste jaoks enam sugugi motiveeriv olla. Heliefektide kasutamine tiitellehel aga ei paranda antud uurimuse tulemuste põhjal õpitulemust.

Vanema astme õpilaste korral vajavad akadeemiliselt vähemedukad õpilased lisaks juhenditele enam informatsiooni õpitarkvara kohta. Ja seda juba tiitellehelt alates. Informatsioon tiitellehel, mida konkreetne õpitarkvara sisaldab, milliste teemadega tegeleb jne. aitab organiseerida õpitavat materjali.

Õpitarkvara aken, milles paikneb õppe-eesmärgi seisukohalt oluline informatsioon (elektroonilistes õpikutes tekst ja graafika/video, drillprogrammides küsimuse ja vastuse sisestusaken), peaks hõlmama suurema osa ekraanist.

Sellisel juhul ei jää nähtavale ekraani töölaual asuv üleliigne informatsioon (teiste programmide ikoonid, taustapilt jms), mis võib juhtida õppijate tähelepanu õppe-eesmärgilt kõrvale.

Kuigi nooremate õpilaste jaoks peaks õppimine olema enam mänguline, pole põhjendatud drillprogrammis küsimuste esitamine illustatsioonide sees. Selgelt eristuvad küsimus ja vastuse sisestusaken või vastusevariandid juhivad enam õpilaste tähelepanu harjutatavale oskusele. Illustreeriv või mänguline kontekst võib juhtida õpilaste tähelepanu õppe-eesmärkidelt hoopis eemale.

Kui tegemist on informatsiooni omandamisega, on õpitulemus väiksem ka üleliigsete kujunduselementide korral, mis takistavad silma liikumist õppematerjalis. Üheks selliseks takistavaks ning üleliigseks kujunduselemendiks on raam info ümber. Samas raam näiteks drillprogrammi küsimuste või elektroonilise õpiku enesekontrolli küsimuste ümber ei andnud antud eksperimentide tulemuste põhjal statistiliselt olulisi seoseid õpilaste õpitulemustega.

Õpitarkvara korral, mis on koostatud informatsiooni omandamiseks, tuleb vältida teksti liigset keerukust. Selleks on soovitatav hoida terminite protsent õpitavas tekstis madal. Et tekst oleks mõistetav ka akadeemiliselt vähemedukate õpilaste jaoks, peaks lisaks terminite optimaalsele tihedusele jälgima, et terminite arv ühe õppetunni piires poleks liiga suur. Samuti tuleks vältida tekstis sümbolite ning valemite suurt osakaalu. Lisaks õppematerjalile on vaja õpitarkvara korral vältida termineid menüüdes ja alammenüüdes. Kasutajad ei saa teha õigeid valikuid, kui nad pakutud valikuvariantidest aru ei saa. Teksti aitavad vanema astme õpilaste jaoks aga arusaadavamaks muuta analoogiad ja näited.

Tume tekst heledal taustal on kasutajate jaoks harjumuspärasem kui hele tekst tumedal taustal. Lugeses koos õpitarkvaraga trükitud õppematerjale, mis esitatakse samuti tavaliselt tumeda teksti abil heledal taustal, ei pea ka silm pidevalt ümber lülituma lugeses kord tumedat teksti heledalt taustalt (trükitud tekst) ning siis heledat teksti tumedalt taustalt (õpitarkvara).

Ka teksti kujunduse osas võiks kasutada enamlevinud kirjatüüpe nagu *Times New Roman* või *Arial*, millega õpilased on enam harjunud. Kui õpitarkvara on koostatud ning kasutatakse teksti lugemise või omandamise eesmärgil, tuleks vältida kaldkirjas teksti, mida on raskem lugeda. Ka paras reavahe (1,2–1,4 punkti) on otstarbekas teksti loetavuse seisukohalt. Nooremate (kooli esimene vanuseaste) õpilaste korral peaks aga kasutama suuremat teksti.

Graafika aitab vähendada abstraktsust, kuid suur graafika hulk, eriti kui ühes õpitarkvaras kasutatakse erinevaid graafika liike ning enam kolmemõõtmelisi kujutisi, võib olla kahjulik akadeemiliselt vähemedukatele õpilastele. Samuti peaks silmas pidama, kas õppematerjalile lisatud graafika on seotud õppe-eesmärkidega või lisatud vaid illustreerimiseks. Näiteks drillprogrammide korral suur hulk illustatsioonid võib hoopis häirida esitatud küsimusele keskendumist. Arusaadavamad kui detailsed illustatsioonid on lihtsustatud illustatsioonid. Nooremate õpilaste puhul tuleks lisaks graafika detailide vähesusele silmas pidada asjaolu, et ei kasutataks liigselt erinevaid värve.

Graafika esitamine koos üleliigse (dubleeriva) tekstiga tekitab kognitiivset ülekoormust ning õpitulemus on väiksem. Kuivõrd aga üldse lisada õpitarkvarale graafikat selgitavat teksti, vajab täiendavat uurimust. Samuti vajab täiendavat uurimist graafika ning sellega seotud teksti optimaalne kaugus ekraanil.

Kuna mõnede õppijate jaoks võib taustameloodia või õpitarkvara poolt pakutavad heliefektid häirivaks osutada, peab kaaluma hoolikalt heli lisamist õppematerjalidele. Seda eriti juhul kui see teenib vaid motiveerivat või ilustavat eesmärki. Heli tuleks lisada õpitarkvarale vaid siis, kui sellega edastatakse õppe-eesmärkide seisukohalt olulist informatsiooni (näiteks võõrkeelsete sõnade hääldust).

Samuti tuleks õpitarkvara disainijatel hoolega kaaluda erinevate meedia-liikide koostoimet ning mitte liigselt erinevaid meediaelemente lisada. Näiteks juhul, kui õpitarkvara kasutab videot, pole otstarbekas anda video selgitused trükitud teksti abil. Õppijad pole suutelised üheaegselt jälgima videoga antavat esitust ning lugema seda selgitavat teksti.

Küsimuste esitamine

Uurimuste tulemusena ilmnes, et pole otstarbekas pakkuda õppijale võimalust valida küsimuste arvu õpitarkvara enesekontrollis ning drillprogrammides. Õppijale antud oma õppimise juhtimise võimalused on põhjendatud vaid juhul, kui õppija teab, mis on talle parim konkreetse õppe-eesmärgi saavutamiseks ning tegutseb vastavalt nendele teadmistele. Antud uurimuste tulemuste põhjal võib väita, et ei esimese ega ka neljanda kooliastme õpilased pole võimelised määrama, mitu küsimust peavad nad läbima, et saavutada paremat teadmiste ning oskuste taset. Selle asemel, et pakkuda õppijale enne küsimuste esitamist võimalust valida küsimuste arvu, võiks pakkuda talle võimalust enesekontroll või drillprogramm katkestada, kui õppija tunneb, et meisterlikkus on saavutatud. Veelgi otstarbekam võib olla, kui ettepanek küsimise-vastamise lõpetamiseks esitatakse õpitarkvara poolt õpilaste senise soorituse põhjal.

Kui õppematerjalile lisatakse tagasisidet kindlustav enesekontroll, on vajalik, et selles küsitaks vaid õppe-eesmärkide seisukohalt olulisi küsimusi. Selliste küsimuste lisamine osutab õpilastele, milline on õppe-eesmärkide seisukohalt oluline materjal vastavas teemas ning millele peaks pöörama enam tähelepanu.

Küsimusi võib grupeerida erinevatel alustel. Juhul, kui ühed ja samad küsimuste komplektid on koostatud kõikide õpilaste jaoks, ei tohiks neid küsimusi rühmitada keerukuse alusel. Sellisel viisil grupeerides võib üks rühm olla õpilase jaoks kas liiga kergete või liiga keeruliste küsimustega. Kui küsimused on rühmitatud keerukuse alusel, tuleks need õpilastele jagada võimekuse alusel: kergemad küsimustekomplektid akadeemiliselt vähemvõimekamatele ja keerulisemad võimekamatele.

Ka küsimuste rühmitamine semantika järgi (näiteks ühes küsimuste rühmas kõik spordiga seotud sõnad, teises kõik toiduainetega seotud jne) ei pruugi olla kõikide õpilaste jaoks otstarbekas. Ühest küljest võib see tekitada mõnedes õpilaste segadust – lihtsam on omandada täiesti erinevaid sõnu kui ühetüübilisi (näiteks *mother*, *father*, *brother* lähevad lapsel kergesti segamini). Teiseks vastuargumendiks on asjaolu, et kannatamatamad õpilased vajavad enam vaheldust.

Drillprogrammide eksperimendi tulemuste põhjal ilmnes, et nooremate laste puhul oli õpitulemus suurem pilt tekstile küsimuste viisi korral (esitatakse küsimusena pilt ja õpilane peab vastuse sisestama tekstina). Ka graafika lisamisel küsimustele küsimuste kontekstina, olid nooremate õpilaste õpitulemused paremad. Nooremate õpilaste puhul on nähtavasti lihtsam mõista graafika abil esitatud küsimusi. Samuti pakuvad koosesitatud graafika ning tekst eeliseid duaalseks kodeerimiseks. 3. klassi poiste korral oli aga õpitulemus väiksem tekst tekstile küsimuste (küsimus esitatakse tekstina ning ka vastuse peab tekstina sisestama) puhul. Küsimuste liikidest saavutavad nooremad õpilased paremaid õpitulemusi valikvastustega küsimuste abil õppides.

Akadeemiliselt edukad õpilased tahavad kiiresti vastata, kiiresti drillprogrammi läbida, et nende tulemus oleks võimalikult kõrge. Head tulemust saab aga juhul, kui lühikese ajaga läbitakse palju küsimusi. Seepärast on akadeemiliselt edukate õpilaste õpitulemus suurem, kui kohe pärast tagasisidet saavad nad kiiresti uue küsimuse. Akadeemiliselt vähemedukatele õpilastele on aga vaja anda aega vastuse kinnistumiseks. Siin võib olla põhjuseks asjaolu, et akadeemiliselt edukad õpilased vastavad enamasti küsimustele õigesti, kuid akadeemiliselt vähemedukad eksivad sagedamini. Vale vastuse korral on aga vaja mõelda, millest viga tekkis ning korrata enda jaoks õiget vastust, et see meelde jääks.

Vastamine

Küsimused tuleks koostada õpitarkvara enesekontrollides viisil, et õpilane saaks erinevalt vastata. Kui akadeemiliselt edukate õpilaste jaoks on otstarbekas vastamine hiire abil, siis akadeemiliselt vähemedukate õpilaste jaoks kinnistub vastus paremini, kui nad peavad vastuse klaviatuurilt sisse trükkima. Vanemate õpilaste korral selgus ka, et akadeemiliselt vähemedukad õpilased vajavad vastamiseks juhendit.

Drillprogrammid on mõeldud eelkõige baasoskuste automatiseerimiseks ning seetõttu ei pruugi drillprogrammides vastamine klaviatuuriga olla põhjendatud. Samuti võivad siin rolli mängida nooremate õpilaste madalamad oskused klaviatuurilt trükkimises. Kui küsimustele vastamise ajal on peal ajapiirang, siis võimaldada õpetajal ajapiirangut iga õpilase jaoks kohandada, et ajapiirang ei tekitaks frustratsiooni.

Vale vastuse korral uue vastamisvõimaluse andmine ei parandanud õpilaste õpitulemust. Kui tegemist on valikvastustega küsimusega, siis uue vastamisvõimaluse saamisega võib õppija lihtsalt juhuslikult hakata vastusevariante läbi kontrollima, et küll ikka ükskord õigeni jõuab. Kui tegemist on aga vabavastuselise küsimusega ja õppija vastust üldse ei tea, ei anna uus vastamisvõimalus, juhul kui lisainformatsiooni ei pakuta, ka midagi juurde.

Tagasiside

Oluline on pakkuda kohest tagasisidet. Kuid nooremate õpilaste korral pole põhjendatud pakkuda tagasisideks liiga palju informatsiooni, vaid neile piisab vaid vastuse õigsuse teatamisest. Kiitus õige vastuse puhul pole aga otstarbekas, vähemalt mitte vanema kooliastme õpilaste puhul.

Sageli näidatakse soorituse kohta käivat informatsiooni enesekontrolli või drillprogrammi täitmise ajal. Nooremate õpilaste puhul oli õpitulemus väiksem, kui harjutamise ajal oli nähtaval jooksev skoor ja jooksev aeg. Nähtavasti nooremate õpilaste korral suur infohulk, mida on vaja korraga töödelda, tekitab kognitiivset ülekoormust. Nad ei suuda samaaegselt keskenduda harjutatavale oskusele ja oma tulemuse jälgimisele. Kõikide küsimuste vastamise edukusega seotud summaarse tagasiside võib esitada drillprogrammi või enesekontrolli lõpus, teatades saavutatud skoori, vastamiseks kulutatud aja jms.

Kui elektrooniliste õpikute enesekontroll ei pakkunud õige vastuse korral midagi atraktiivset, siis drillprogrammidest mitmed tasustasid õiget vastust animatsiooni või videoga. Selline tasustamine peaks aga olema vastavalt operantsele tingitusele juhuslik. Kui õpilane annab õigeid vastuseid sageli, siis võib tasustada harvem. Nii ei muutu atraktiivne tasu õpilase jaoks tüütavaks. Samuti osutus õpitulemus suuremaks, kui õige vastuse tagasisideks antud animatsioon polnud kogu aeg üks ja sama, vaid varieerus.

Akadeemiliselt edukate õpilaste jaoks on oluline heliga antav tagasiside, mille korral kasutatakse vaid kaht kõla: üht õige ja teist vale vastuse korral. Sama õpilaskontingendi õpitulemus oli aga väiksem digitaalse kõnega esitatava tagasiside puhul. See viitab jällegi, et akadeemiliselt edukad õpilased tahavad kiiresti küsimusi läbida.

Formaadiveega vastust (näiteks on õige vastus I, kuid õpilane sisestab 'esimene') ei tohiks lugeda valeks vastuseks. Õpilast tuleks informeerida õigest vastuse formaadist ning pakkuda talle uut võimalust vastamiseks.

Valikvariantidega küsimuste puhul vale vastuse korral pakutava vihjena on otstarbekas valitud vale vastuse märkimine (kaotamine). Kuid vale vastuse tagasiside ei tohiks olla atraktiivsem õige vastuse tagasisidest. Sellisel juhul hakkavad mõned õpilased tegema tahtlikke vigu.

Ainus vastuoluline tulemus kahe eksperimendi peale ilmnes summaarse tagasiside osas. Elektrooniliste õpikute eksperimendi tulemustest ilmnes, et enesekontrolli lõpus õigete vastuste protsendi teatamise korral olid akadeemi-

liselt vähemedukate õpilaste õpitulemused paremad. Põhjuseks, et sama karakteristik drillprogrammide eksperimendi tulemuste põhjal akadeemiliselt vähemedukate õpilaste puhul hoopis väiksemaid õpitulemusi andis, võib olla asjaolu, et antud eksperimendis oli tegemist kolmanda klassi õpilastega, kes polnud protsenti õppinud ning seega vastav informatsioon jäi akadeemiliselt vähemedukatele õpilastele arusaamatuks.

Saadud tulemuste hulgas on tulemusi, mida on leitud ka varasemate uurijate poolt. Näiteks osutusid mitmed õpikute loetavust mõjutavad karakteristikud seotuks ka arvutite abil õppides saavutatud õpitulemustega. Sellisteks karakteristikuteks olid näiteks teksti terminilisus, nimisõnade keskmine terminoloogiline indeks, sümbolid tekstis (Mikk, 2000), samuti asjaolu, et nooremate kasutajate jaoks tuleks tekst esitada suurema kirjaga (Hughes & Wilkins, 2000). Ka mõned varasemad multimeediat puudutavate uurimuste tulemused leidsid antud eksperimentide tulemuste põhjal kinnitust. Näiteks osutus elektrooniliste õpikute eksperimendi tulemuste põhjal, et graafika ning video esitamine koos üleliigse (dubleeriva) tekstiga vähendab õpitulemust (Mayer'i ja Moreno (2003) poolt toodud tiheda seostatuse printsiip). Samuti leidis kinnitust, et minimaalset infot pakkuv tagasiside on otstarbekam kui kompleksne tagasiside, mida on maininud ka varasemad uurijad (Dempsey & Litchfield, 1993).

Samas aga leidis antud uurimuste tulemuste seas ka varasemate uurimuste tulemustega võrreldes vastuolulisi tulemusi. Nii näiteks ilmnes elektrooniliste õpikute eksperimendi tulemuste põhjal, et õppematerjalis liikumiseks pakutava kerimisvõimaluse korral oli korrigeeritud järelesti tulemus suurem. Tierney ja tema kolleegid (1997) soovivad aga oma uurimuse tulemuste põhjal õpitarkvaras liikumiseks kerimisvõimalust mitte kasutada. Samuti leiti vastuoluline tulemus Mayeri ja Gallini (1990) uurimuse tulemusena, et illustratsioonid aitasid madalamate eelteadmistega õpilastel meenutada tekstilist informatsiooni.

Kõige enam antud eksperimentide tulemustest käivad aga selliste karakteristikute kohta, mida pole varem käsitletud või mille kohta on vaid antud soovitusi, mis ei põhine empiirilistel uurimustel. Näiteks on küll võrreldud menüüdega ja menüüdeta õpitarkvara efektiivsust (McGrath, 1992), kuid pole uuritud menüüde erinevaid karakteristikuid (menüüde liigid, menüüdes valikuid iseloomustavad karakteristikud jt). Pole ka uuritud informatsiooni poolt hõlmatava pinna osa ekraanist, küsimuste erinevate viiside ega liikide efektiivsust, uue vastamisvõimaluse pakkumist vale vastuse korral, tagasisidena kiituse pakkumist. Mitmed Alessi ja Trollipi (2001) poolt antud soovitusid leidsid antud eksperimentide tulemuste põhjal kinnitust (järjehoidjate vajalikkus, et reavahe mõjutab teksti loetavust, et kasutajale pole vaja anda võimalust valida esitatavate küsimuste arvu jt). Samas olid mitmed leitud tulemustest vastupidised Alessi ja Trollipi (2001) poolt soovitatule (tiitellehelt õpitarkvaraga automaatne jätkamine, otsingumootori kasutamise võimalus jt.).

Antud eksperimendi tulemused leiti kasutades korrelatsioonanalüüsi. Korrelatsioonanalüüsi üheks puuduseks on, et korrelatsioon näitab küll tunnuste

vahelist seost, kuid selle abil ei saa määrata, milline tunnus on põhjuseks ning milline tagajärjeks. Antud uurimuste puhul võib siiski väita, et õpitarkvara konkreetne karakteristik saab mõjutada õpitulemust, mitte õpitulemus ei saa mõjutada karakteristiku väärtust. Seega leides seose õpitulemuse ja karakteristiku vahel võib eeldada, et vastav karakteristik mõjutab õpitulemust. Korrelatsioonanalüüsi puhul võib aga kahe tunnuse vahel ilmnenud statistiliselt olulise seose põhjuseks olla hoopis tunnus. Seetõttu võetigi antud uurimustes analüüsi võimalikult palju õpitarkvara karakteristikuid ja leides efektiivse karakteristiku, püüti selgitada seoseid selle ning ülejäänud karakteristikute vahel. Siiski võib juhtuda, et statistiliselt olulise seose põhjustajaks on veel mõni karakteristik, mis jäi antud analüüsides välja. Seepärast on vajalikud edasised uurimused õpitarkvara efektiivsete karakteristikute valdkonnas.

Õpitarkvara efektiivsete karakteristikute uurimisel tuleb ka arvestada, et neil on sageli optimaalsed väärtused, millest hälbimine nii üles kui alla vähendab õpitarkvara kvaliteeti. Näiteks lineaarne õppematerjal ei pruugi olla efektiivne, kuid pakkudes valikuteks liigselt hüperlinke, väheneb samuti õpitulemus. Lisaks sellele, et me teame, millised õpitarkvara karakteristikud on seotud õpitarkvara efektiivsusega, on oluline teada ka seda, millised karakteristikute väärtused näitavad õpitarkvara optimaalsust antud õpilaste ja antud õppe-eesmärkide puhul. Järgnevate uurimuste tulemused peakski andma vastuse küsimusele, millised on oluliste karakteristikute optimaalsed väärtused erinevates vanustes õppijate, erineva õpitarkvara liigi ning erinevate õppe-eesmärkide korral. Antud uurimuste eesmärgiks oli aga leida võimalikult palju karakteristikuid, mis on statistiliselt oluliselt seotud konkreetse õpitulemusega konkreetse vanuseastme (elektrooniliste õpikute eksperimendis 10. klassi ja drillprogrammide eksperimendis 3. klassi õpilaste) korral. Seega antud uurimuste tulemusi võib käsitleda kui esimest etappi õpitarkvara efektiivsete karakteristikute ning nende optimaalsete väärtuste väljaselgitamisel.

SUMMARY

Efficient Characteristics of Educational Software

Educational software is used extensively in many schools all over the world. Some pieces of educational software are very good while others are not. Every teacher wants to use the best educational software but how to decide which one is the best is challenging. Experimenting in school with educational software of unknown quality can retard the development of students. Therefore, it is very important to have a possibility to predict which educational software is efficient in concrete learning conditions. The prognostication is based on the connections between the characteristics of the educational software and the results of the knowledge acquisition while using this software. The relationship between the characteristics of the educational software and the results of learning is also important for other reasons. All software designers are interested in guaranteeing high product quality. If they know how the characteristics of the educational software influence the efficiency of learning, they can design their software with this in mind.

The relationship between the characteristics of educational software (electronic textbooks and drills) and learning outcomes of students are considered in this doctoral thesis. Learning outcomes in the first experiment (with electronic textbooks) were as according to Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (Krull, 2000: 51) knowledge, comprehension, application and analysis. Learning outcome measured in the second experiment (with drills) was knowledge. Learning outcomes were achieved by the independent learning in both experiments. The independent variable in this study was learning outcome and dependent variables the characteristics of educational software.

The **aims** of the doctoral thesis were as follows:

1. to find the characteristics of educational software which are statistically significantly related to the learning outcomes;
2. to analyse whether same characteristics of educational software are efficient for both genders;
3. to analyse if the same characteristics of educational software are efficient for high-achieving students and low-achieving students.

Effective characteristics considered in this research are statistically significantly as related to the learning outcomes. The effective characteristics of the electronic textbooks were found in the case of 10th grade students and the effective characteristics of the drills in the case of 3rd grade students.

The **hypothesis** of the doctoral thesis were the following:

1. In addition to the characteristics of presentation of information, the efficiency of educational software depends also on the characteristics of manipulation and feedback;
2. At the present time girls' computer-skills are lower than boys ones (Tiiger Luubis, 2001), so girls need simple manipulating educational software.
3. It is necessary to compose educational software differently for the high- and low-achieving students.
4. Redundant attractiveness and playfulness of drills reduce learning outcomes.

The doctoral thesis consists of four chapters. The **structure of the thesis** is as follows:

In the first chapter, the Researches of the efficiency of the educational software are discussed. Developing effective educational software requires an understanding of the basic types of educational software and an appreciation for the complexity of their characteristics. This chapter reviews the literature in the area of effectiveness of the educational software and researches the area of effectiveness of some characteristics. Two experiments, which were carried out by the author, are based on these characteristics.

The second chapter includes Research methodology. Review of the arrangement of two experiments, research instruments and the methods of the statistics was given. 35 units from 6 different electronic textbooks and 34 units from 27 different drills were used in these experiments. The experiment with the electronic textbooks lasted for 8 months (October 2000 – May 2001) and the experiment with the drills lasted for 11 months (September 2002 – October 2003). Definitions and descriptions about the characteristics used in the experiments were given. The main classes of the characteristics of electronic textbooks were: characteristics about the possibilities of electronic textbooks, of manipulation of electronic textbooks, of the layout, of the text and of the self-control. The main classes of the characteristics of drills were: characteristics about the possibilities of drills, of manipulation of drills, of presentation of information, of questions, of response and of the feedback. Also the statistical methods as well as questions about validity and reliability are discussed in this chapter.

The third chapter contains an analysis of the Efficient characteristics of electronic textbooks. It is based on the results of the experiment carried out among the 10th grade students (aged 14–15) from 4 different schools in Estonia. Fifty-four students participated in this study. The discussion begins with a review and analysis of the efficient characteristics of electronic textbooks for all students. Also there were included which characteristics were efficient for boys and which ones for girls; which characteristics designers should consider while composing the electronic books for high-achieving and which ones for low-achieving students.

The fourth chapter describes the Efficient characteristics of the drills. The analysis is based on the results of the experiment, carried out with the 3rd grade students (aged 9–10) from 4 different schools in Estonia. Eighty students participated in this study. The efficient characteristics of drills for all students, for boys, for girls, for high- and for low-achieving students were discussed in this chapter.

Procedure of the experiments were as follows:

First, students filled in pre-tests before studying the unit. With the pre-tests the students' prior knowledge was measured. After that, the students independently studied the unit of the electronic textbook or practiced some skill with the drill. All the students worked with the same units. The learning time in the first experiment was not limited, but students worked about 15 minutes with the drills. After studying the unit, students filled in the post-tests, which results were collected as evidence of learning achievement. In addition to the tests the students filled in questionnaires. The students were asked about their computer-skills, their confidence of computers and attitude toward computer assisted learning. The students also provided evaluations of the educational software and strategies of using particular educational software.

On the other hand, used units of electronic textbooks and drills were analysed from many aspects. The aim of the analysis was to find the values of the characteristics of educational software, which might be related to the efficiency of learning. The ideas for finding the characteristics were derived from the research of educational software (Mayer & Gallini, 1990; Liao, 1992; Wang & Sleeman, 1993a; Behrmann, 1994; Caftori, 1994; Van Dusen & Worthen, 1995; Berson, 1996; McCoy, 1996; Hughes, 1998; Crozier, 1999; Higgins, 2000; How to evaluate... 2000), from the handbooks on educational software (Boyle, 1997; Phillips, 1997; Alessi & Trollip, 2001), and from paper textbooks research (Mikk, 2000). 136 characteristics of electronic textbooks (48 about the manipulation, 40 about the layout, 21 about the text, 24 about the self-control and 3 about the possibilities of the electronic textbook) and 145 characteristics of drills (42 about the manipulation, 11 about the possibilities of the drill, 30 about the presentation of information, 21 about the questions, 8 about the responding and 33 about the feedback) were analysed.

The tests used in these experiments were composed by the expert (teacher) of the particular subject. The other teacher reviewed the tests and made corrections where needed. The second teacher and one student checked are the all answers to the questions in the educational software available. The Cronbach's α of the tests (reliability of the tests) was at least 0.72 and the validity of the tests was checked by the experts. The Cronbach's α of the evaluations of the questionnaires (reliability of the questionnaires) was at least 0.88 and also the validity of the questionnaires was checked by the experts.

SPSS 11.5 for Windows and Statistica 6.1 were used for the data analysis. The Pearson correlation analysis revealed a significant relationship between

students' pre-test and post-test scores. Due to the significant correlation, pre-test scores were used as a covariate to adjust post-test means. The adjusted post-test scores were used as the learning outcomes in these experiments. The main aim of the research was to find the characteristics of educational software, which are related to the learning outcomes of different student groups (all students, boys, girls, high-and low-achieving students). To reach this goal, the Spearman rank correlations between the values of the characteristics and mean adjusted post-test scores of these student groups were calculated. As the statistically significant relationship between the particular characteristic and learning outcomes was found, the correlations between this characteristic and the other characteristics were also found out in order to take the multicollinearity into account. Also the power analysis, t-test, ANOVA, Levenne test, Mann-Whitney U-test and Wilcoxon's test were used in these data analysis.

The first three hypotheses were conclusive in both experiments. The fourth hypothesis was partially confirmed. In the case of great attractiveness of drills, the high-achieving students demonstrated lower results while the low-achieving students experienced greater results. So the fourth hypothesis is correct in the case of a particular contingent of students.

A summary of the **conclusions of the two experiments** offers practical advice. These recommendations are divided into six subgroups. First a discussion about the characteristics of possibilities of educational software is given. These characteristics did not give statistically significant correlations in the experiment with the electronic textbooks. But designing drills the attractiveness of the educational software, interesting design and the utilization of the computer capabilities should take into consideration. All these characteristics increased the learning outcomes of the low-achieving students but decreased the learning outcome of the high-achieving students. Also, the competition for score was not efficient characteristic of drills.

Characteristics of manipulating the educational software. The results of the experiment of drills indicated that automatically ongoing title page is more rational for the young learners (3rd grade). The final message makes clear that the user is leaving the educational software, and is also rational for young learners.

Buttons, icons and titles of the pull-down menus, used in the educational software, should be familiar for the older and for the younger users. MS Office programs, the Internet Explorer and Netscape are taught and used at Estonian schools and homes. Thus it is rationale to take over standards of this software, as the users are used to these buttons, icons and titles of the pull-down menus. New unique navigation interface should be prevented. Also key-combinations are inefficient characteristics, because they are more difficult to remember than different buttons and icons.

Menus are useful for the learners, but the number of the levels in the hierarchical menus should be kept small. From the type of menus pull-down menus were efficient for older and younger learners. Also, frame-menus were beneficial for the older students. Through this type of menus a table of contents could be transmitted. But the full-screen menus were disadvantageous for the younger students. Full-screen menus could be disorienting.

Search capabilities and bookmarks are for the re-reading of study material. If the reason for the usage of the educational software is to acquire the whole material, not the reference information-seek, so the search capabilities may disorient inexperienced users. On the other hand, bookmarks and back-button are beneficial characteristics of the educational software. Bookmarks help to find material quickly, but the difference from search capabilities stands in fact that the material was previously examined and therefore is comfortable for the students.

The Internet is an inexhaustible source of information. Additional materials from the Internet offer opportunities for students to supplement their knowledge. They studied the material from different aspects and were better performing in their post-tests. The educational software, which uses the same design as the Internet browsers, is also familiar for students to manipulate. But the number of hyperlinks should be in accordance with the learning objectives. If the learning objective is to acquire the whole material, it is important to keep the number of hyperlinks small. Cursor change is helpful when the educational software uses hyperlinks.

All the used drills fit into one screen, but the electronic textbooks were more sizeable. Therefore the learners needed to navigate in the learning material. It became obvious, that scrolling was more useful for the students. However, learners are different and it is efficient to afford navigating with the keys *Page Up* and *Page Down* in addition to the mouse.

Educational software is used by the students who like to work and learn with the computers as well as those who get frustrated if they should use computers. For that reason the guidelines on how to manipulate the particular educational software should always be included. Guidelines could prevent cognitive overload. Guidelines could be in the title page or in the menus.

Dynamic presentations (videos, animations, sound) should provide user controls (pause, continue, repeat, skip, etc). It is especially important if the dynamic presentation is used for motivating or attracting students. The designers of educational software should insure that dynamic presentations don't block exiting of the educational software or moving forward.

Characteristics of the presentation of the information. It is important not to give some page before the title page, where the information about the corporation or some advertisements is presented. The title page for the low-achieving learners should be attractive. There are attractive animations on the title page with the possibility to skip the animation for the younger learners. Sound effects are not

beneficial on the title page. Older students needed more information about the educational software on the title page. In this case the information helps to organize the learning material.

When the window with the essential information (in electronic textbooks text and graphics, in drills question and answer) does not fill the whole screen space, students' attention could be led away by the information in the rest of the screen. But when the information is in the frame, the frame is redundant and prevents eye movements.

Even though the learning should be more playful for the younger learners, it is not beneficial to give questions in the drill inside the illustrations. Clearly visible question and placement for answer lead student attention to the learning material. Illustrative background could distract learners.

If the educational software is designed for acquiring the textual material, comprehensibility of the text should be taken under consideration. The text is less understandable for students if there is a great number and percentage of terms, symbols and formulas in the text. Also, the terms in submenus may hinder selecting the right piece of information. If a student does not understand the choice in the submenu he/she will not choose it. Analogies and examples help to foster deeper understanding of the study material.

Dark text on the light background is more effective compared with the light text on the dark background. We are used to read the dark text on the light background. Also, the more conventional fonts like *Arial* and *Times New Roman* are more useful for the reading material from the screen. Designers should not use italic in the text, which is more difficult to read. Suitable spacing between the lines (1,2–1,4 points) contributes to the better comprehension of the text. In addition the younger students need the text to be of a large size.

Graphics help to reduce abstractness, but a great number of the different types of graphics, great number of the graphics in the unit and great number of the three-dimensional graphics could be disadvantageous for the low-achieved students. Also, designers of the educational software should take into consideration if the goal of the usage of graphics is presentation of information or only illustrative. For example, illustrations in the drills reduce the learning outcome of students. Simple illustrations are more effective. Also, the number of colours should be kept small for the younger students. Melody as the background for the learning and sound effects could be distracting for some learners.

The graphics and video that was presented at the same time with the redundant text was negatively correlated with students' learning outcomes. According to the cognitive load theory, the redundant material has negative consequences on learning. The research problems for the following studies are to investigate to what extent to give text and graphics or text and video together, which is the optimal space between the graphics and connected text.

The designers of educational software should also take into consideration the effect of different types of media and the unnecessary redundant elements

of media. For example, if the educational software uses video, it is not beneficial to give explanations by the written text. Learners are not able to read the text and watch the video at the same time.

Characteristics of the questions. It is not efficient to allow the learner to decide how many questions will be presented. The learners, both younger and older, were not capable of making decisions that enhance their learning. Students reach better results with the essential questions in the self-assessment. Essential questions indicate which material is more important.

Questions in the drills could be grouped differently. If the same questions are given to all the students of the class, it is not rational to group them by difficulty. Grouping by difficulty is useful if the high-achieving students will get more complex and low-achieved students simpler questions. Also, grouping by the semantic similarity is not beneficial for all students.

A more effective mode of questions is pictorial to the text for the younger students. Adding graphics to the context of the question is also beneficial for the 3rd grade students, but text to text questions were disadvantageous for the boys. Multiple response questions were advantageous for the young learners.

High-achieving students want to accomplish drills quickly so that their score would be most likely high. It is possible to accomplish drill quickly if it gives a new question after answering immediately. Low-achieving students need time to memorize the answer. The reason for such a result might also be that high-achieving students provide right answers for the most part, but low-achieving students make more mistakes. If the answer is wrong, time is needed to think about the correct response.

Characteristics of the response. The questions in the self-assessment should be composed for the older students in a way that different modes of response are possible. For high-achieving students clicking with the mouse is rational, while low-achieving students benefit by typing from the keyboard. The mouse as the mode of responding is helpful for the younger students. Also, the guidelines for responding are useful.

Another chance to answer the question does not improve the performance. With the second or third attempt on a multiple choice questions students will respond at random. It is better to provide extra information or hints.

Characteristics of the feedback. Immediate feedback is effective. Too much information about the performance of the drill during responding may distract the attention and cause cognitive overload in the case of younger students. More appropriate is the announcement of the correctness of the response. Also, commendation following the right answer is not useful, at least in the case of older students. Minimal feedback is effective for older and younger learners. The summary feedback (number or percentage of right answers, time for

passing the questions etc.) should be given at the end of the drill session or at the end of self-control.

Attractive feedback after the right answers (for example animation or video) should be random. Otherwise, the attractive award becomes boring for the high-achieving students, who often give right answers and the effectiveness decreases. Also, students experience better results if the animation after the right answer is not the same all the time.

Feedback with sound is helpful for high-achieving students. In the case of sound feedback, it is useful to use only two different sounds: one for the right and one for the wrong answer. Digital voice is not beneficial for high-achieving students.

Answering with the format error (for example using letters instead of numbers) should not count as the wrong answer. Feedback should prompt the learner to correct the format and try again. In the case of multiple-choice questions it is beneficial to mark or lose the chosen wrong answers as a hint. If the feedback that follows wrong answers is more attractive than one for following the right answers, the learner may give intentionally wrong answers.

The only difference between the results of the two experiments was in the case of the summary feedback. In the case of the older learners, low-achieving students benefit from the announcement of the percentage of right answers, but in the case of the younger learners, it was disadvantageous for low-achieving students. The reason for this result may be the fact that students of the 3rd grade have not acquired the concept of percentages.

Amongst these findings are the similar results with previous researches. For example, some characteristics of the text, which influence the comprehension of the traditional textbooks, were also related to the electronic textbooks. Such characteristics were, for example, percentages of the terms and symbols in the text (Mikk, 2000). It was discovered that younger learners need larger texts (Hughes & Wilkins, 2000). Also, the results of these experiments confirm the findings of the previous researches of multimedia. For example, the result of the experiment with electronic textbooks concluded that the redundant text with graphics reduces the learning outcome of the students. This is consistent with Mayer's Coherence Principle (Mayer & Moreno, 2003).

Contradictory findings with previous researches were also demonstrated by the results of these experiments. For example, the result of the electronic textbooks was that scrolling is beneficial for learning. But Tierney's and his colleagues' (1997) experiment suggests to avoid scrolling in the educational software.

Most of the findings of these experiments are concerned with characteristics, which have not been dealt with previously, or are only recommendations not based on empirical research. For example, McGrath (1992) compared the efficiency of the educational software with and without menus, but characteristics of the menus (types of menus, choices in menus etc) have not been investigated yet. Some previous recommendations by Alessi and

Trollp (2001) correspond (bookmarks, spacing for example) with the results of these experiments, but some recommendations (for example search-capability, automatically ongoing title page) do not.

The results of the experiments were found by using the correlation analysis. The weakness of this analysis is that the correlation coefficient cannot show which of the related variables is the independent variable and which is the dependent one. The conclusions are supported by logic in that characteristics of educational software influence students' post-test score and not *vice versa*. The occasion for the relationship between the two variables might be also the third variable. For that purpose, possibly all characteristics of the used educational software were included in the analysis. Besides the correlations between the post-test scores and particular characteristics, the correlations between different characteristics were also found. Nevertheless, some characteristics could be missed out. Therefore, experimental investigation is necessary to verify the hypothesis about the influence of electronic textbook characteristics on the level of the students' post-test score.

In these experiments the essential characteristics for designing educational software were pursued. However, knowing that some characteristics are related to the learning outcome does not give us an answer as to the best value of these characteristics. Therefore, further studies should provide answers, concerning the optimal values of the efficient characteristics of the educational software for different learners and different learning goals. The goal of this research was to find out possible many characteristics of educational software, which contribute to the efficiency of electronic textbooks and drills. Therefore the particular research was a first step in finding out the efficient characteristics of the educational software.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Abbott, J. A., Faris, S. E. (2000).** Integrating technology into preservice literacy instruction: a survey of elementary education students' attitudes toward computers. *Journal of Research on Computing in Education*, 33 (2), 149–161.
- Alessi, S. M., Trollip, S. R. (2001).** *Multimedia for Learning. Methods and Development*. 3rd ed. Ally and Bacon. 580p.
- Algastme õpilaste keelise arengu iseärasustest ja tasemest (1990).** PTUI keele-didaktika sektor, 200lk.
- Alloway, N. (1994).** Young children's preferred option and efficiency of use of input devices. *Journal of Research on Computing in Education*, 27 (1), 104–110.
- Amber, S. W. (2000).** User Interface Design: Tips and Techniques. *Cambridge University Press* WWW document – URL:
<http://www.ambysoft.com/userInterfaceDesign.pdf> 14p. (20.07.04).
- Amettler, J., Pinto, R. (2002).** Students' reading of innovative images of energy at secondary school level. *International Journal of Science Education*. 24 (3), 285–312.
- Anderson-Inman, L., Horney, M. (1997).** Electronic books for secondary students. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 40 (6), 486–491.
- Astleitner, H., Leutner, D. (2000).** Designing instructional technology from an emotional perspective. *Journal of Research on Computing in Education*, 32 (4), 497–510.
- Austlid, H. A. (2000).** Girls and ICT – some ideas. *Girls and ICT – conference 14. april 2000 Reykjavik, Iceland* WWW document – URL:
http://www.simnet.is/konur/erindi/heidi_austlid_english2.htm (20.07.04).
- Ayersman, D. J., Reed, W. M. (1998).** Relationships among hypermedia-based mental models and hypermedia knowledge. *Journal of Research on Computing in Education*, 30 (3), 222–238.
- Bachmann, K., Bachmann, T. (1989).** Uute sõnade omandamise sõltuvus sõnatüübist. *Nõukogude Kool*, 2, 34–36.
- Barab, S. A., Young, M. F., Wang, J. (1999).** The effects of navigational and generative activities in hypertext learning on problem solving and comprehension [1]. *International Journal of Instructional Media*, 26 (3), 283–309.
- Baxter, J. H., Preece, P. F. W. (1999).** Interactive multimedia and concrete three-dimensional modelling. *Journal of Computer Assisted Learning*, 15, 323–331.
- Beasley, R. E., Waugh, M. L. (1996).** The effects of content-structure focusing on learner structural knowledge acquisition, retention, and disorientation in a hypermedia environment. *Journal of Research on Computing in Education*, 28 (3), 271–281.
- Beckett, McGivern, Gulbahar H. (1999).** Dilemmas in designing multimedia software for learners of English as a second or foreign language – *Journal of Research on Computing in Education*, 32 (2), 287–298.
- Behrmann, M. M. (1984).** *Handbook of Microcomputers in Special Education*. College-Hill Press, San Diego California, 281pp.
- Berry, L. (2000).** Cognitive Effects of Web Page Design. In *Instructional and Cognitive Impacts of Web-Based Education* (ed. B. Abbey). Idea Group Publishing, London. 41–55.

- Berson, M. J. (1996).** Effectiveness of computer technology in the social studies: A review of the literature – *Journal of Research on Computing in Education*, 28 (4), 486–499.
- Boyle, T. (1997).** *Design for Multimedia Learning*. Pearson Education Limited. Essex. England. 240pp.
- Boling, E., Beriswill, J. E., Xavier, R., Hebb, C., Kaufman, D., Frick, T. (1998).** Text labels for hypertext navigation buttons. *International Journal of Instructional Media*, 25 (4), 407–421.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (1999).** How people learn: Brain, mind, experience, and school. Washington, DC: National Academy Press. Retrieved May 4, 2001, 319p. WWW document –: <http://www.nap.edu/openbook/0309065577/html/index.html> (20.07.04).
- Brett, P. (1998).** An Intuitive, Theoretical and Empirical Perspective on the Effectiveness Question for Multimedia. In *Multimedia CALL: Theory and Practice*. Ed. By K. Cameron, Exter: ElmBank Publications. 81–93.
- Buckleitner, W. (1999).** The State Of Children’s Software Evaluation – Yesterday, Today And In The 21st Century. *Information Technology in Childhood Education*, 211–220. WWW document – URL: <http://childrensoftware.com/evaluation.html> (20.07.04).
- Bugbee, Jr, Alan, C. (1996).** The equivalence of paper-and pencil and computer-based testing. *Journal of Research on Computing in Education*, 28 (3), 282–289.
- Caftori, N. (1994).** Educational effectiveness of computer software. *THE Journal*, 22 (1), 62–65.
- California Instructional Technology Clearinghouse** WWW dokument – URL: <http://clearinghouse.k12.ca.us> (20.07.04).
- Cassie, T. (2003).** Reading and Navigating of documents: digital versus paper. *Class Web pages for U Maryland, Computer Science* WWW document- URL: <http://www.cs.umd.edu/class/spring2003/cmcs838g-0101/StudentPapers/ReadingStudy.pdf> (20.07.04).
- Chanlin, L.-J. (1999).** Gender differences and the need for visual control. *International Journal of Instructional Media*, 26 (3), 329–335.
- Christmann, E., Badgett, J. (1999).** A comparative analysis of the effects of computer-assisted instruction on student achievement in differing science and demographical areas. *Journals of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 18, 135–143.
- Christmann, E., Badgett, J. (1997).** Progressive comparison of the effects of computer-assisted instruction on the academic achievement of secondary students. *Journal of Research on Computing in Education*. 29 (4), 325–337.
- Christmann, E. P., Badgett, J., Lucking, R. (1997).** Microcomputer-based computer-assisted instruction within differing subject areas: A statistical deduction. *Journal of Educational Computing Research*, 16, 281–296.
- Clark, K., Dwyer, F. (1998).** Effect of different types of computer-assisted feedback strategies on achievement and response confidence. *International Journal of Instructional Media*, 25 (1), 55–63.
- Clements, D. (1999).** Young children and technology. In *Dialogue on early childhood science, mathematics, and technology education*. Washington, DC: *American Association for the Advancement of Science, Project 2061*. Retrieved May 4, 2001, WWW document - URL:

<http://www.project2061.org/newsinfo/earlychild/experience/clements.htm>
(20.03.04).

- Corbett, A. T., Anderson, J. R. (2001).** Locus of Feedback Control in Computer-Based Tutoring: Impact on Learning Rate, Achievement and Attitudes. In *Jacko, J., Sears, A., Beaudouin-Lafon, M. and Jacob, R. (Eds.) Proceedings of ACM CHI'2001 Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York: ACM Press, 245–252.
- Cosmann, R. (1996).** The evolution of educational computer software – *Education*, Summer, 116 (4), 619–623.
- Croy, M. J., Cook, J. R. (1993/94).** Human-supplied versus computer-supplied feedback: an empirical and pragmatic study. *Journal of Research on Computing in Education*, 26 (2), 185–204.
- Crozier, J. (1999).** Ways to evaluate educational software. *Media & Methods*, 35 (4), 50–51.
- Davey, B. (1987).** Relation between word knowledge and comprehension: generalisation across task and readers. *Journal of Educational Research*, 80 (3), 179–183.
- Dempsey, J. V., Litchfield, B. C. (1993).** Feedback, retention, discrimination error, and feedback study time. *Journal of Research on Computing in Education*, 25 (3), 303–326.
- Doolittle, P., Tech, V. (2001).** Multimedia Learning: Empirical Results and Practical Applications. *Teaching Online in Higher Education. Online Conference Synthesizing Online Teaching Strategies*. WWW document – URL: <http://www.ipfw.edu/as/tohe/2001/Papers/doo.htm> (20.07.04).
- Dubois, M., Vial I. (2000).** Multimedia design: the effects of relating multimodal information. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, 157–165.
- Durdell, A., Glisson, P., Siann, G. (1995).** Gender and Computing: Persisting Differences. *Educational Research*, 37 (3), 219–227.
- Eom, W., Reiser, R. A. (2000).** The effects of self-regulation and instructional control on performance and motivation in computer-based instruction. *International Journal of Instructional Media*, 27 (3), 247–260.
- Evalutech** WWW document – URL: <http://www.evalutech.sreb.org> (20.07.04).
- Fabrice, I., Olivier, H. (2002).** Formalism for Evaluation: Feedback on Learner Knowledge Representation. *Computer Assisted Language Learning*. 15 (2), 183–199.
- Furner, J. M., Daigle, D. (2004).** The educational software/website effectiveness survey. *International Journal of Instructional Media*. 31 (1), 61–77.
- Gabbard, R. B. (2000).** Constructivism, Hypermedia, and the World Wide Web. *CyberPsychology & Behavior*, 3 (1), 103–110.
- Gagne' R. M., Driscoll M. P. (1992).** Õppimise olemus ja õpetamine – Tartu 180lk.
- Gordijin, J., Wim, J. N. (2002).** Effects of complex feedback on computer-assisted modular instruction. *Computers & Education*, 39 (2), 183–200.
- Goyne, J. S., McDonough, S. K., Padgett, D. D. (2000).** Practical Guidelines for Evaluating Educational Software. *The Clearing House*. 73 (6), 345–348.
- Gyselinck V., Ehrlich, M.-F., Cornoldi, C., de Beni, R., Dubois, V. (2000).** Visuo-spatial working memory in learning from multimedia. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, 166–176.

- Hale, K. V. (2002).** Gender Differences in Computer Technology Achievement. *Meridan: A Middle School Computer Technologies Journal*, 5 (2) WWW document – URL: <http://www.ncsu.edu/meridian/sum2002/gender> (20.07.04).
- Hattie, J. (1990).** The computer and control over learning. *Education*, 110 (4), 414–417.
- Higgins, K. (2000).** Evaluating educational software for special education. *Intervention in School & Clinic*, 36 (2), 109–115.
- Hood, J. N., Togo, D. F. (1993/94).** Gender effects of graphics presentation. *Journal of Research on Computing in Education*, 26 (2), 176–184.
- Hoogeveen, M. (1995).** Towards a New Multimedia Paradigm: is Multimedia Assisted Instruction Really Effective? In: *ED-MEDIA 95 Proceedings*, June. Gratz, Austria. WWW document – URL: <http://www.cyber-ventures.com/mh/paper/mth-edu.htm> (20.07.04).
- Hornay, M. A., Anderson-Inman, L. (1999).** Supported text in electronic reading environments. *Reading & Writing Quarterly*, 15 (2) 127–168.
- How to evaluate educational software (2000).** *Curriculum Review*, 39 (7), 15.
- Hughes, I. E. (1998).** “Horses for courses” – categories of computer-based learning program and their uses in pharmacology courses. *Information Services & Use*, 18 (1/2), 35–44.
- Hughes, L. E., Wilkins, A. J. (2000).** Typography in children’s reading schemes may be suboptimal: Evidence from measures of reading rate. *Journal of Research in Reading*, 23 (3), 314–324.
- Ikeda, N. (1999).** Language learning strategies with sound-hints in computer-based drill. *Journal of Computer Assisted Learning*, 15, 312–322.
- Inkrott, C. (2001).** Beyond Drill and Practice: managed Courseware and Electronic Portfolios. *Multimedia Schools*, 8 (2), 44–47.
- Irwin, L. (2000).** Gender inequities in technology in developing nations: females and computers in traditional cultures. *Intercultural Education*, 11 (2), 195–200.
- Jackson, A., Kutnick, P., Kingdon, A. (2001).** Principles and practical grouping for the use of drill and practice programs. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17, 130–141.
- Joiner, R. W. (1998).** The effect of gender on children’s software preferences. *Journal of Computer Assisted Learning*, 14, 195–198.
- Jokk, V. (2003).** *Dokumentide disain töökeskkonnas MS Word*. TTÜ Kirjastus. 139lk.
- Jonassen, D. (1986).** Hypertext Principles for Text and Courseware Design *Educational Psychology*, 21 (4), 269–292.
- Jones, T. (1990).** Children and animated computer icons. *Journal of Research on Computing in Education*, 22 (1), 300–309.
- Justice, L. (2000).** Uses of animated imagery within the software learning environment. *Digital Creativity*, 11 (1), 35–42.
- Khalili, A., Shashaani, L. (1994).** The effectiveness of computer applications: A meta-analysis. *Journal of Research on Computing in Education*, 27 (1), 48–61.
- Kliman, M. (1999).** Choosing mathematical game Software for Girls and Boys. WWW document: URL – <http://www.terc.edu/mathequity/gw/html/ChoosingSoftwarepaper.html> (20.07.04).
- Krull, E. (2000).** *Pedagoogilise psühholoogia käsiraamat*. Tartu Ülikooli Kirjastus. 175–208.

- Käärik, E. (2004).** Statistiliste mudelite analüüs. Loengukonspekt. Kevadsemester 2004. WWW document: URL – <http://bronti.ms.ut.ee/ained/Magdok/SMplaan.html> (20.07.04).
- Lai, S.-L. (2000).** Influence of audio-visual presentations on learning abstract concepts. *International Journal of Instructional Media*, 27 (2), 199–206.
- Lai, S.-L. (1998).** The effects of visual display on analogies using Computer-based learning. *International Journal of Instructional Media*, 25 (2), 151–160.
- Laurentiis, E. C. (1993).** How to Recognize Excellent Educational Software. WWW document – URL: <http://www.educ.sfu.ca/fp/tlite/pte/applunits/ed355932.pdf> 10pp. (20.07.04).
- Lawless, K. A., Mills, R., Brown, S. W. (2003).** Children's Hypertext Navigation Strategies. *Journal of Research on Technology in Education* Spring, 34 (3) 274–284.
- Lee, J. (1999).** Effectiveness of computer-based instructional simulation: A meta analysis. *International Journal of Instructional Media*, 26 (1), 71–85.
- Leppik, P. (1992).** *Nägemismälust, näitlikustamisest ja tehovahenditest tundides*. Tallinn: EÕK, 117lk.
- Leppik, P. (1996).** *Õppimine on huvitav*. Tallinn: Haridusministeeriumi Metoodika ja Koolituskeskus, 79lk.
- Liao, Y.-K. (1992).** Effects of computer-assisted instruction on cognitive outcomes: A meta-analysis. *Journal of Research on Computing in Education*, 24 (3), 367–379.
- Livingston, L. A. (1991).** The effect of color on performance in an instructional gaming environment. *Journal of Research on Computing in Education*, 24 (2), 246–253.
- Livingston, L. A., Sandals, L. H. (1992).** Monitoring the effect of color on performance in an instructional gaming environment through an analysis of eye movement behaviors. *Journal of Research on Computing in Education*, 25 (2), 233–241.
- Luik, P. (2002a).** Factors of efficiency of electronical multimedia textbooks. In *Learning and Educational Media*. The Third IARTEM Volume Ed. J. Mikk, V. Meisalo, H. Kukemelk, M. Horsley, University of Tartu. 119–126.
- Luik, P. (2002b).** Students' preferences of electronical textbooks. *ATEE Spring University Changing Education in a Changing society in Riga on May 3.–5.*
- Maansoo, V. (1979).** Võõrsõnatarvitusest keskastme õpikuis. In V. Maansoo, J. Mikk (Eds.) *Õppeteksti ja õpilaste väljendusoskuse probleeme*. Tallinn, lk. 42–60.
- Matthew, K. (1997).** A comparison of the influence of interactive CD-ROM storybooks and traditional print storybooks on reading comprehension. *Journal of Research on Computing in Education*, 29 (3), 263–275.
- Mayer, R. (2003).** The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13 (2), 125–139.
- Mayer, R., Gallini, J. (1990).** When Is an Illustration Worth Ten Thousand Words? *Journal of Educational Psychology*, 82 (4), 715–726.
- Mayer, R. E., Moreno, R. (2002).** A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles. WWW document – URL: <http://www.unm.edu/~moreno/PDFS/chi.pdf> (20.07.04).
- Mayer, R. E., Moreno, R. (2003).** Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38 (1), 43–52.

- McClain, E. J. (1983).** Do Women Resist Computers? In *The Computer Academy: Home User' Guid to Microcomputers*. TV Ontario 44–50.
- McCoy, L. P. (1996).** Computer-based mathematics learning – *Journal of Research on Computing in Education*, 28 (4), 438–460.
- McDonald, A. S. (2002).** The impact of individual differences on the equivalence of computer-based and paper-and-pencil educational assessments. *Computers & Education*, 39 (3), 299–312.
- McGrath, D. (1992).** Hypertext, CAI, paper, or program control: Do learners benefit from choices? *Journal of Research on Computing in Education*, 24 (4), 513–531.
- McGrath, D., Thurston, L. P. (1992).** Sex differences in computer attitudes and beliefs among rural middle school children after a teacher training intervention. *Journal of Research on Computing in Education*, 24 (4), 468–485.
- McKinnon, D. H., Nolan, C. J. P., Sinclair, K. E. (2000).** A longitudinal study of student attitudes toward computers: resolving an attitude decay paradox. *Journal of Research on Computing in Education*, 32 (3), 325–336.
- Merlet, S. (2000).** Understanding multimedia dialogues in a foreign language. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, 148–156.
- Mikk, J. (1980).** *Teksti mõistmine*. Tallinn: Valgus, 136lk.
- Mikk, J. (2000).** Textbook: Research and Writing. *Peter Lang, Europäiser Verlag der Wissenschaften, Frankfurt am Main*, 426p.
- Mikk, J. (2002).** *Ainetestid*. Loengukonspekt TÜ üliõpilastele. Tartu. 111lk.
- Mikk, J., Luik, P. (2003).** Characteristics of multimedia textbook that affect post-test scores. *Journal of Computer Assisted Learning*. 19 (4), 528–537.
- Mikk, J., Luik P. (2005).** Do girls and boys need different electronic textbooks? *Innovations in Education and Teaching International*. Accepted. Will be published in 24 (2).
- Min, L., Colleen, J., Hemstreet, S. (1998).** Interactive multimedia design and productive processes. *Journal of Research on Computing in Education*, 30 (3), 254–280.
- NAEYC (1996).** Technology and young children – ages 3–8 [Position statement]. Washington. WWW document – URL: http://www.naeyc.org/resources/position_statements/pstech98.htm (20.07.04).
- Najjar L. J. (1996).** Multimedia information and learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 5, 129–150.
- Najjar, L. J. (2001).** Principles of educational multimedia user interface design. In R. W. Swezey & D. H. Andrews (Eds.), *Reading in training and simulation: A 30-year perspective*. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society. 146–158.
- Nicholls, C., Merkel, S. (1996).** The effect of computer animation on students' understanding of microbiology. *Journal of Research on Computing in Education*, 28 (3), 359–371.
- Nielsen, J. (1995).** Guidelines for Multimedia on the Web. WWW document – URL: <http://useit.com/alertbox/9512.html> (20.07.04).
- Oh, P. (1999).** Back to basics. *Instructor-Primary*, 108 (6), 74–75.
- Ollerenshaw, A., Aidman, E. (1997).** Is an illustration always worth ten thousand words? Effects of prior knowledge, learning style and multimedia illustrations on text comprehension. *International Journal of Instructional Media*, 24 (3), 227–238.
- Owens, E. W., Waxman, H. C. (1994).** Comparing the effectiveness of computer-assisted instruction and conventional instruction in mathematics for afro-american

- postsecondary students. *International Journal of Instructional Media*, 21 (4), 327–336.
- Park, S. (1995).** Implications of learning strategy research for designing computer-assisted instruction. *Journal of Research on Computing in Education*, 27 (4), 435–456.
- Passig, D., Levin, H. (2000).** Gender preferences for multimedia interfaces. *Journal of Computer assisted Learning*, 16 (1), 64–71.
- Patel, A., Kinshuk, Russell, D. (1998).** A computer based intelligent assessment system for numeric disciplines. *Information Services and Use*, 18 (1–2), 53–63.
- Perkins, R. F. (1995/96).** Using hypermedia programs to administer tests: effects on anxiety and performance. *Journal of Research on Computing in Education*, 28 (2), 209–220.
- Persichitte, K. (1995).** Basic criteria for selecting and evaluating instructional software. In D. Willis, J. Robin, & J. Willis (Eds.), *Technology and Teacher Education Annual 1995* Charlottesville, VA: Association for the Advancement of Computers in Education. 379–382.
- Phillips, R. (1997).** *The Developer's handbook to Interactive Multimedia. A Practical Guide for Educational Applications.* Kogan Page. 241p.
- Pilvre, U. (1984).** Nõuded lüümikute sisu ja kujunduse kohta. *Nõukogude Kool*, 11, lk. 40–44.
- Porter, T. S., Riley, T. M. (1996).** The effectiveness of computer exercises in introductory statistics – *Journal of Economic Education*, 27 (4), 291–299.
- Prank, R. (1997).** Tiigrihüpe – olukorrast ja plaanidest õpitarkvara alal. *Õpetajate Leht*, 11, 25. aprill. WWW document – URL: <http://www.cs.ioc.ee/~opleht/Arhiiv/97Apr25/artikkel9.html> (20.07.04).
- Quaiser-Pohl, C., Lehmann, W. (2002).** Girls' spatial abilities: Charting the contributions of experiences and attitudes in different academic groups. *British journal of Educational Psychology*. 72, 245–260.
- Quigley, M. (1996).** Computer programs that do (and don't) teach kids. *Good House-keeping*, 222 (3), 117–118.
- Rattanapian, V., Gibbs, W. J. (1995).** Computerized drill and practice: Design options and learner characteristics. *International Journal of Instructional Media*, 22 (1), 59–77.
- Reed, W. M., Oughton, J. M. (1997).** Computer experience and interval-based hypermedia navigation. *Journal of Research on Computing in Education*, 30 (1), 38–52.
- Reed, W. M., Spuck, D. W. (1996).** Summary of special issue on assessing the impact of computer based learning since 1987. *Journal of Research on Computing in Education*, 28 (4), 554–556.
- Reeves, T. (1997).** Evaluating What Really Matters in Computer-Based Education. WWW document – URL: <http://www.educationau.edu.au/archives/CP/reeves.htm> (20.07.04).
- Reid, D. (1990).** The role of pictures in learning biology. Part 1: Perception and observation. *Journal of Biological Education*, 24 (3), 161–172.
- Reinking D. (1997).** Me and my hypertext:) A multiple digression analysis of technology and literacy (sic). *The Reading Teacher* May, 50 (8), 626–643.
- Riding, R., Grimley, M. (1999).** Cognitive style, gender and learning from multi-media materials in 11-year-old children. *British Journal of Educational Technology*, 30 (1), 43–56.

- Rieber, L. P. (1996).** Animation as a distractor to learning. *International Journal of Instructional Media*, 23 (1), 53–57.
- Rouet, J.-F. (2000).** Guest editorial: hypermedia and learning – cognitive perspectives. *Journal of Computer Assisted Learning* 16, 97–101.
- Sarapuu, T., Pedaste, M., Dimitrijević, V., Hirmo, C. (2003).** Õpitarkvara rakendused Eesti üldhariduskoolides. *Tiigrihüppe Uuringukogumik*, 33–56.
- Schaeter, J. (1999).** The Impact of Education Technology on Student Achievement: What the Most Current Research has to Say. WWW document – URL: <http://www.mff.org/publications/publications.taf?page=161> 11p. (20.07.04).
- Scherly, D., Roux, L., Dillenbourg, P. (2000).** Evaluation of hypertext in an activity learning environment. *Journal of Computer Assisted Learning*. 16, 125–136.
- Shields, M. (1996).** Academe and the technology totem. *Education Digest*, 61 (6), 43–47.
- Silver, M. (1992).** The teacher's a computer. *U. S. News & World Report*, 11/23, 113 (20), 94–97.
- Sivin-Kachala, J., Bialo, E. (1998).** *Report on the effectiveness of technology in schools, 1990–1997*. Washington, DC: Software Publisher's Association.
- Spilker, H., Sørensen, K. H. (2000).** A ROM of one's own or a home of sharing? *New Media & Society*, 2 (3), 268–285.
- Squires, D. (1997).** An heuristic approach to the evaluation of educational multimedia software. *Paper presented at the CAL 97 Conference "Superhighways, Super CAL, Super Learning?" University of Exeter 23rd–26th March*. WWW document – URL: <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/000000968.htm> (20.07.04).
- Superkids Educational Software Review** WWW dokumnet – URL: <http://www.superkids.com> (20.07.04).
- Sweller, J. (2002).** Visualisation and Instructional Design. Paper on the *Knowledge Media Research Center international workshop on Dynamic Visualisations and Learningworkshopil 17–19 July 2002 in Tübingen*. WWW document – URL: <http://www.iwm-kmrc.de/workshops/visualization/sweller.pdf> (20.07.04).
- Szabo, M., Poohkay, B. (1996).** An experimental study of animation, mathematics achievement, and attitude toward computer-assisted instruction. *Journal of Research on Computing in Education*, 28 (3), 390–412.
- Teh, G. P. L., Fraser, B. J. (1995).** Gender differences in achievement and attitudes among students using computer-assisted instruction. *International Journal of Instructional Media*, 22 (2), 111–115.
- Tierney, R., Kieffer, R., Whalin, K., Deasai, L., Moss, A. G., Harris, J. E., Hopper, J. (1997).** Assessing the Impact of Hypertext on Learners' Architecture of Literacy Learning Spaces in Different Disciplines: Follow-up Studies. *Reading Online*. WWW document – URL: <http://www.readingonline.org/research/impact/> (20.07.04).
- Tiiger Luubis (2001).** Uuringu juht Anu Toots; WWW document – URL: http://www.tiigrihype.ee/publikatsioonid/tiiger_luubis/index.html (20.07.04).
- Tiigrihüppe Sihtasutus** WWW document – URL: <http://www.tiigrihype.ee/> (20.07.04).
- Tipp, V. (2004).** Arvuti annab avastamisrõõmu. *Õpetajate Leht*. 11
- Trotter, A. (1998).** Teaching the Basics. *Education Week on the Web*. WWW document – URL: <http://www.edweek.org/sreports/tc98/cs/cs1.htm> (20.07.04).
- Tsou, W., Wang, W., Li H. (2002).** How computers facilitate English foreign language learners acquire English abstract words. *Computers & Education*, 39 (4), 415–428.

- Uden, L., Champion, R. (2000).** Integrating Modality Theory in Educational Multimedia Design. *ASCILITE 2000, Learning to Choose and Choosing to Learn. Coff's Harbour*, Australia, 11–14 Dec. 2000 From WWW document – URL: http://www.ascilite.org.au/conferences/coffs00/papers/lorna_uden.pdf (20.07.04).
- Van Dusen, L. M., Worthen, B. R. (1995).** Can integrated instructional technology transform the classroom? *Educational Leadership*, 53 (2), 28–33.
- Van Scoter, J., Ellis, D., Railsback, J. (2001).** Technology in Early Childhood Education: Finding The Balance, WWW document – URL: <http://www.netc.org/earlyconnections/byrequest.html> (20.07.04) 13p.
- Vogel, D., Klassen, J. (2001).** Technology-supported learning: status, issues and trends. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17, 104–114.
- Walz, J. (2001).** Reading Hypertext: Lower-Level Process. *Canadian Modern Language Review*, 57 (3), 475–494.
- Wang, S. (2000).** Multimedia and some of its technical issues. *International Journal of Instructional Media*, 27 (3), 303–313.
- Wang, S., Sleeman P. J. (1993a).** A comparison of the relative effectiveness of computer-assisted instruction and conventional methods for teaching an operations management course in a school of business – *International Journal of Instructional Media*, 20 (3), 225–234.
- Wang, S., Sleeman, P. J. (1993b).** Computer-assisted instruction effectiveness: A brief review of the research. *International Journal of Instructional Media*, 20 (4), 333–348.
- Weiss, R., Knowlton, D. S., Morrison, G. R. (2002).** Principles for using animation in computer-based instruction: theoretical heuristics for effective design. *Computers in Human Behavior*, 18 (4), 465–477.
- Weller, H. G. (1996).** Assessing the impact of computer-based learning in science. *Journal of Research on Computing in Education*, 28 (4), 461–485.
- White, J. A., Breit, F. (1994).** Effects of aptitude and corrective feedback on performance in computer-directed mathematics instruction at the memory and interpretation levels of cognition. *Journal of Research on Computing in Education*, 26 (4), 475–487.
- Williams, C. J., Brown S. W. (1990).** A review of the research issues in the use of computer-related technologies for instruction: An agenda for research1 – *International Journal of Instructional Media*, 17 (2), 95–108.
- Williams, K. W. (2001).** Comparing Text and Graphics in Navigation Display Design. *The International Journal of Aviation Psychology*, 11 (1), 53–69.
- Wilson, L. (1998).** Children as software reviewers. *Childhood Education*, 74 (4), 250–252.
- Xiufeng, L., Macmillan, R., Timmons, V. (1998).** Assessing the impact of computer integration on students. *Journal of Research on Computing in Education*, 31 (2), 189–203.
- Yang, Y.-C. (1993).** The effects of self-regulatory skills and type of instructional control on learning from computer-based instruction. *International Journal of Instructional Media*, 20 (3), 235–251.
- Young, B. J. (2000).** Gender differences in student attitudes toward computers. *Journal of Research on Computing in Education*, 33 (2), 204–216.
- Zane, T., Frazer, C. G. (1992).** The extent to which software developers validate their claims. *Journal of Research on Computing in Education*, 24 (3), 410–409.

EKSPERIMENTIDES KASUTATUD ÕPITARKVARA:

- Animated Arithmetics (1998).** Koostaja: Flix Productions Corp. Tom Guthery IV.
- Animated Clock (1997).** Koostaja: Flix Productions Corp. Tom Guthery IV.
- APSTest (1998).** Koostaja: OÜ APSProg.
- Arithme Tick-Tack Toe (1994, 1995).** Koostaja: IndogoRose Software Design Corp.
- Calcul (1999–2001).** Koostaja: Schneider, L.
- Early Spelling (1993–1994).** Koostaja: Fun 2 Learn™ Software.
- Earth Words (1995).** Koostaja: Left Software Inc.
- Eesti Geograafia (2000).** Koostaja: TÜ Geograafia Instituut.
- Eesti keele ortograafiakursus (katseversioon).** Koostaja: Rummel, E.
- Euroopa ja Baltimaad XX sajandil (2001).** Koostaja: Eesti ajalooõpetajate Selts.
- Flashcard (1994).** Koostaja: Kroeger, M. K.
- Hangman (1993).** Koostaja: Alston Software Labs.
- Hayley's Tables (2000).** Koostaja: HayleySoft.
- Hulgad (1991).** Koostaja: Kompuuter.
- Keemia õppetükid (1999–2001).** Koostaja: New Media Ltd. Eesti keelse versiooni autor: Heli Väärtnõu.
- Kid Genius (2003).** Koostaja: Kid Genius
- Kid Spell (1992).** Koostaja: Tosa, Y.
- L. S. Phonics (1997).** Koostaja: Nissen Ventures.
- Lingua Land (1999).** Koostaja: YDP Multimedia; Eestikeelne versioon: Kaliptus OÜ
- Living Letters (1998).** Koostaja: LarKen Software.
- M2Math Tutor (1999–2001).** Koostaja: Carlevato, C. L.
- Maailma ja eesti ajalugu. I osa. Esiaeg. Vanaaeg. Keskaeg (2001).** Koostaja: Kirjastus Avita.
- Mathbee (1997).** Koostaja: RC's Computer Lab.
- MathFlash12 (2001).** Koostaja: IronHead Freeware.
- Multiplication (1998).** Koostaja: Grey Olltwit.
- Multiplication Facts (1990–2000).** Koostaja: Microsoft Corp.
- My Friend (2001).** Koostaja: Edmark Corp.
- Numbers Game (1996–1998).** Koostaja: Le Couteur, R.
- OnTarget (1997).** Koostaja: Gamco Industries, Inc.
- Rosetta Stones (1991–1995).** Koostaja: Fairfield Language Technologies; Eestikeelne versioon: Kaliptus OÜ
- Speller Quiz (1993).** Koostaja: Loyd, L.
- Spelling Bee (1997).** Koostaja: RC's Computer Lab.
- Wind-O-Math (1992).** Koostaja: Jarret, E.

LISAD

LISA 1

Elektrooniliste õpikute karakteristikute nimekiri

Liik	Number	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused
Käs	100	Internet	Kas elektrooniline õpik baseerub Internetil, kasutab seda või ei sõltu üldse arvutivõrgust	1, 0 või -1
Kuj	101	Tiitelleht	Kas õpiprogrammil on tiitelleht	0 või 1
Kuj	102	T_atraktiiv	Tiitellehe atraktiivsus, tähelepanu haaramine	Ekspert hinnangu -tega vahemikus -2 kuni 2
* Kuj	103	Millest_tund	Kas tiitelleht näitab, millest on tund	0 või 1
Käs	104	T_lahkuda	Tiitellehelt saab väljuda	0 – kui üldse ei saa 1 – saab, kuid pole juhendit, 2 – juhendi või selgitusena
Kuj	105	T_anim	Tiitelleht animeeritud	0 või 1
Kuj	106	T_heliga	Tiitelleht heliga	0 või 1
* Käs	107	T_hype	Tiitellehel saab heliga edastatavat esitust ja animatsiooni katkestada	0 või 1
* Käs	108	T_jätk	Tiitelleht kaob teatud aja jooksul või on jätkamine võimalik ainult õppija tegevuse kaudu	kaob – 0 või peab ise jätkama – 1
Käs	109	T_juh	Selgitatakse, kuidas jätkata õpiprogrammi	0 või 1
Kuj	110	T_tihedus	Tiitellehe tihedus: mitut erinevat liiki infot on tiitellehel (pealkiri, millest tund, autor, menüüd, mõisted...)	arv
Käs	111	J_tutvustus	Kas juhtnöörid on olemas või mitte	0 või 1
Käs	112	J_saadaval	Kas juhtnöörid on kogu aeg saadaval	0 või 1
Käs	113	J_minek	Juhtnööridesse minekuks vajalike operatsioonide (klahvivajutuste) arv	Arv, mitme liigutusega jõuab juhtnööridesse

Liik	Number	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused
Käs	115	J_liigend	Kas kõik juhtnöörid kuvatakse korraga või kuvatakse algul ainult eespool vajalikud	0 – korraga või 1 – sõltub asukohast
* Käs	116	J_demo	Kas pakutakse demonstratsiooni	0 või 1
* Käs	117	J_praktika	Kas pakutakse praktikat	0 või 1
Üld	118	K_ident	Kasutaja identifitseerimine: kas küsitakse kasutaja nime	0 või 1
* Käs	119	K_idmälus	Kas kord sisestatud kasutajad jäävad mällu	0 või 1
* Käs	120	K_idpar	Kas sisestatud identifitseerimise saab parandada kui sisse satub trükiviga	0 või 1
Käs	121	Menüüd	Mitu menüüd olemas	arv
Käs	122	Menüüd_S	Mitu menüüd on korraga õppetunni ajal kasutatavad	arv
* Käs	123	F_M	Täisekraan-menüü olemas	0 või 1
* Käs	124	F_Ma	Täisekraan-menüüde arv	arv
Käs	125	M_peid	Rippmenüüd olemas	0 või 1
Käs	126	M_peida	Rippmenüüde arv	arv
Käs	127	M_F	Paneelmenüüd olemas	0 või 1
* Käs	128	M_Fa	Paneelmenüüde arv	arv
Käs	129	M_minek	Algmenüüsse liikumiseks vajalike klahvivajutuste arv	Arv, mitme liigutusega jõuab algmenüüsse
* Käs	130	M_prog	Progresseeruv menüü	0 või 1
Käs	131	M-hierarh	Mitu taset hierarhilises menüüs	Kui pole hierarhilist menüüd, siis 0, vastasel korral alamtasemete arv
* Käs	132	M_nõu	Nõuanded ja soovituselised menüüs	0 või 1
Käs	133	M_valik	Menüüs teemaga seotud valikute arv	arv
* Käs	134	M_juht	Menüüs juhtnööride protsent	protsentiarv 2 – kui menüüs vastav kirje olemas, 1 – kui üldteada operatsiooniga
Käs	135	M_väljumine	Kuidas on antud võimalik väljumine	0 või 1
Käs	136	Klaviat	Kas menüüs on võimalik liikuda klaviatuuriga	0 või 1

Liik	Number	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused
* Käs	137	Hiir	Kas on võimalik menüüs liikuda hiirega	0 või 1
Käs	138	Klahvikomb	Käsitsemiseks võimalike klahvikombinatsioonide arv	arv
Tekst	139	M_term	Menüüs olevate terminite %	protsentarv
* Tekst	140	M_lühend	Menüüs olevate lühendite %	protsentarv
Tekst	141	AM_term	Alammenüüs olevate terminite %	protsentarv
* Tekst	142	AM_lühend	Alammenüüs olevate lühendite %	protsentarv
Käs	143	Otsing	Kas on olemas otsingumootor	0 või 1
Käs	144	BB	Kas võimalikud järjehoidjad ja tagasi-nupp	0 või 1
Käs	146	Sisukord	Kas sisukord on kogu aeg nähtaval	0 või 1
Käs	147	A_sisukord	Kas alamsisukord on kogu aeg nähtaval	0 või 1
Käs	148	Kmeet_arv	Nuppude, ikoonide, menüüde jt. juhtimismeetodite koguarv	arv
Käs	1481	Nuppe	Nuppude arv	arv
Käs	149	Kmeet_%	Vajalikest juhtimismeetoditest tuntute protsent	protsentarv
Käs	1491	Nuppe %	Vajalikest nuppudest tuntute protsent	protsentarv
Käs	150	Ikoone	Ikoonide arv	arv
Käs	151	Ikoone_%	Tuntud ikoonide protsent	protsentarv
Käs	152	K_selgit	Nupud ja ikoonid viipadega	protsentarv
Käs	153	K_kinnit	Nupud ja ikoonid pakuvad kinnitust	protsentarv
Käs	154	Hyperl	Hüperlinkide arv	arv
Käs	1541	Hyper%	Hüperlinkide protsent teemas	protsentarv
Käs	155	H_näht	Hüperlingid nähtavad (eristuvad tekstist)	protsentarv
Käs	156	H_kursor	Hüperlingid kursori muutusega	protsentarv
Käs	157	H_roll	Hüperlingid viipadega	protsentarv
Käs	158	H_märkim	Hüperlingid, kus käidud, märgitakse	protsentarv
* Käs	159	Funts_piirk	Määratud funktsioonipiirkond ekraanil	0 või 1
Käs	160	Kont_asuk	Kus asuvad hüperlingid, ikoonid ja nupud ekraanil	Sõnaline tunnus

Liik	Number	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused	
Käs	161	K_estab	Nuppude ja klahvivajutuste arv, mis pole kogu programmi kestel samades funktsioonides	arv	
Käs	162	Kmeet	Eri juhtimismeetodi liikide arv	arv	
Käs	163	Orient	Kas on olemas orientatsioonivahendid	0 või 1	
Käs	164	Aknaid	Mitu akent on korraga maksimaalselt avatud	arv	
*	Üld	165	Mängulisus	Kas õppematerjal on esitatud mänguliselt	Ekspert hinnangu -tega vahemikus -2 kuni 2
*	Üld	166	Tasemed	Õppematerjali esitamise raskuse tasemete arv	arv
	Üld	167	T_huvitavus	Teostuse huvitavus	Ekspert hinnangu -tega vahemikus -2 kuni 2
*	Käs	168	Tempo	Kas on võimalik liikuda oma tempos	0 või 1
	Käs	169	Liikumistee	Kas on võimalik valida antud õppetunni omandamiseks individuaalne liikumistee	0 või 1
	Käs	170	Valikud	Erinevate linkide ja valikute arv	arv
*	Tekst	171	Eesmärk	Kas on näidatud õppetunni eesmärgid	0 või 1
*	Tekst	172	Vasturääkiv	Kas teema sisaldab vasturääkivusi	arv
	Tekst	173	Seos_igapäev	Kas materjal on seotud igapäevaeluga	Ekspert hinnangu -tega vahemikus -2 kuni 2
	Üld	174	A_võimalus	Kuivõrd on ära kasutatud arvuti võimalusi	Ekspert hinnangu -tega vahemikus -2 kuni 2
*	Käs	175	Väljumissoov	Kas küsitakse üle, kas õpilane ikka soovib väljuda	0 või 1
*	Käs	176	Lõppteade	Kas antakse lõppteade	0 või 1
	Tekst	200	Tekst_pikk	Teksti esituspikkus tähemärkides	arv
	Kuj	201	Reapikkus	Maksimaalne reapikkus täheruumides	arv
	Kuj	202	T_kontsent	Kui suurel osal ekraanist paikneb tekst	protsentiarv
	Kuj	203	I_konsentr	Kui suurel osal ekraanist paikneb info (tekst ja graafika)	protsentiarv

Liik	Number	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused
Tekst	204	Sümbol_%	Sümbolite protsent tekstis	protsentarv
Tekst	205	Valem_%	Valemite protsent tekstis	protsentarv
Tekst	206	Def_lüh	Defineeritud lühendite protsent tekstis	protsentarv
Tekst	207	Def-ta_lüh	Defineerimata lühendite protsent tekstis	protsentarv
Tekst	208	Pikad_sõnad	9 ja enamataheliste sõnade protsent tekstis	protsentarv
Tekst	209	Term_arv	Terminite arv tekstis	arv
Tekst	210	Term_%	Terminite protsent tekstis	protsentarv
Tekst	211	Terminilisu	Nimisõnade terminilisu 3-astmelisel skaalal	Arv vahemikus 1–3
Tekst	212	Abstraktsus	Nimisõnade abstraktsus 3-astmelisel skaalal	Arv vahemikus 1–3
Tekst	213	Lause_pikkus	Lause keskmine pikkus tähe-märkides	arv
Käs	214	Kerimine	Kas tekstis saab liikuda kerimisega	0 või 1
Käs	215	PgUp_PgDn	Kas tekstis liikumiseks on võimalik kasutada klaviatuurilt Page Up ja Page Down	0 või 1
Käs	216	Molemad	Tekstis liikumiseks saab kasutada nii hiirt kui ka klaviatuuri	0 või 1
* Tekst	217	Lõik_pool	Lõikude arv, mis on poolitatud kahe lehe vahel	arv
Kuj	218	Info_raamis	Kas info on esitatud raamis	0 või 1
* Kuj	219	T&G_kastis	Kui tekst esitatakse koos graafikaga, kas tekst on eraldi raamis	0 või 1
* Kuj	220	Oluline_info	Kas oluline info esitatakse suurelt üksi ekraanil	0 või 1
Kuj	221	T_suurus	Milline on valdavalt teksti suurus	arv
Kuj	222	T_font	Milline on valdav teksti kirjatüüp	Sõnaline tunnus
Kuj	223	T_spac	Milline on valdavalt teksti reavahe	arv
* Kuj	224	Eelorg	Õppetunni kohta on eelorganiseerijad	0 või 1
* Tekst	225	Eeltead	Kas on esitatud eelteadmised varemalt õpituga sidumiseks	0 või 1

Liik	Number	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused
Tekst	226	Osadeks	Õppetund on osadeks jaotatud	Eksperthinnangutega vahemikus –2 kuni 2
Tekst	227	Loogika	Õppetund on loogilise ülesehitusega	Eksperthinnangutega vahemikus –2 kuni 2
Tekst	228	Seosed	Õppetunni osad on omavahel seotud	Eksperthinnangutega vahemikus –2 kuni 2
Kuj	229	Oluline_elist	Kas oluline info on tekstist välja toodud	–1-pole, 0 on mõningal määral, 1 on palju
Kuj	230	Allajoon	Mitu protsenti tekstist on allajoonitud	protsentarv
Kuj	231	Bold	Mitu protsenti tekstist on paksus trükikirjas	protsentarv
Kuj	232	Italic	Mitu protsenti tekstist on kaldkirjas	protsentarv
* Kuj	233	Plinkiv	Mitu protsenti tekstist on plinkiva tekstina	protsentarv
Kuj	234	Suurt	Mitu protsenti tekstist on suurtähtedes	protsentarv
Tekst	235	Konkreetsus	Õppetunni materjali konkreetsus	Eksperthinnangutega vahemikus –2 kuni 2
* Tekst	236	Kokkuvõte	Kas on olemas õppetunni materjali kokkuvõte	0 või 1
Käs	237	Üleminek	Kas üleminek järgmisele teemale toimub automaatselt	0 või 1
* Käs	238	Tagasi	Kas on võimalik tagasipöördumine läbivaadatud materjali juurde	0 või 1
* Kuj	239	Soov_tähelep	Kas on soovitusi tähelepanu suunamiseks	0 või 1
Tekst	240	Anal	Kas materjali esitamisel on toodud analoogiaid	hinnangud vahemikus –2 kuni 2
Tekst	241	Näited	Kas materjali esitamisel on toodud näiteid	hinnangud vahemikus –2 kuni 2
* Tekst	242	Kahemõttel	Materjali esitamisel on toodud kahemõttelisusi	arv
Tekst	243	Vead	Kas materjalis esineb grammatika vigu	arv

Liik	Number	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused
Kuj	244	Graaf_liike	Mitut erinevat graafika liiki on kasutatud teemas	arv
Kuj	245	M_kokku	Kokku graafikat ja videot teemas	arv
Kuj	246	Liht_illust	Mitu lihtsat joograafikat on teemas	arv
Kuj	247	Illust	Mitu illustratsiooni (kunstjoonist) on teemas	arv
Kuj	248	Tabel	Mitu tabelit on teemas	arv
Kuj	249	Graafik	Mitu graafikut on teemas	arv
* Kuj	250	Animats	Mitu animatsiooni on teemas	arv
Kuj	251	Foto	Mitu fotot on teemas	arv
Kuj	2511	Kolmem_arv	Mitu kolmemõõtmelist kujutist on teemas	arv
Kuj	252	Kolmem	Mitu protsenti kolmemõõtmelisi kujutisi on teemas	Protsentarv
Kuj	253	Video	Mitu videot on teemas	arv
* Käs	254	Video_K	Õppijal juhtimisvõimalused video ajal – jätkamine, kordamine, paus, ülehüppamine	arv (iga juhtimisliik annab 1)
* Kuj	255	Tabeli_päis	Mitmel protsendil tabelitest on päised olemas	protsentarv
Kuj	256	Skeemid	Skeemide arv	arv
Kuj	257	Meedia	Erinevate meedialiikide arv	arv
Kuj	258	Esitusv	Erinevate esitusviiside arv	arv
* Käs	259	Aeg	Õpilane määrab erinevate esitusviiside puhul vaatamisaja	0 või 1
Kuj	260	Tekstiga	Mitu protsenti graafikutest, illustratsioonidest jt. on samaaegselt koos seotud tekstiga	protsentarv
Kuj	2601	Ü_teks	Mitu protsenti graafikast ja videost on samaaegselt koos üleliigse tekstiga	protsentarv
Kuj	2602	T_tekst	Mitu protsenti graafikast ja videost on samaaegselt koos täiendava tekstiga	protsentarv
Kuj	261	Pealkirjad	Mitmel protsendil graafikast on olemas pealkirjad	protsentarv
Kuj	262	Graaf_esit	Graafikaga antud esmane info	arv
* Kuj	263	Graaf_anal	Graafikaga antud analoogiad	arv
Kuj	264	Graaf_org	Graafikaga antud organiseerijad	arv
* Kuj	265	Heli	Kas õppematerjali esituses on kasutatud heli	0 või 1

Liik	Number	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused	
*	Kuj	266	Heli_mel	Kas on taustameloodia	0 või 1
*	Kuj	267	Heli_seos	Kas heli on seotud mingi konkreetse olukorraga õppematerjalis	0 või 1
*	Käs	268	Heli_välja	Kas saab heli soovi korral välja lülitada	0 või 1
*	Kuj	269	Must_valge	Kas kogu materjal on mustvalgena või värvilisena	0 või 1
	Kuj	270	Värvide_arv	Ühel ekraanitäiel maksimaalselt korraga kasutatud värvide arv	arv
	Kuj	271	Värv_seos	Mitut värvi on kasutatud kodeerimiseks	arv
*	Kuj	272	Värv_igap	Värvide kasutus pole vastuolus igapäevaga	0 või 1
	Kuj	273	Tekst_taust	Teksti ja tausta värv	Sõnaline tunnus
	EK	300	Küsim_tervik	Kas küsimused on toodud iga teema või materjali kui terviku kohta	0 või 1
*	Tekst	301	Küsim_tekst	Kas küsimused on ka õppetunni tekstis sees	0 või 1
*	Tekst	302	Küsim_esit	Kas küsimused esitatakse arvuti poolt "sunniviisiliselt"	0 või 1
	EK	303	Küsim_tase	Mitme tasemega saab küsimusi valida	arv
	EK	304	Küsim_arvv	Kas saab valida küsimuste arvu	0 või 1
	EK	305	Küsim_arv	Mitu küsimust on antud õppetunni kohta	arv
	EK	306	Ekraan_jaot	Mitmeks on ekraan enesekontrolli puhul jaotatud	arv
	EK	307	Kõik_vast	Kas kõikidele esitatud küsimustele peab vastama	0 või 1
*	Käs	308	Küsim_katk	Kas on võimalik enesekontrolli katkestamine	0 või 1
	EK	309	Valik	Valikvastustega küsimused	protsentarv
	EK	310	T/V	Tõene/väär küsimused	protsentarv
	EK	311	Sobit	Sobitamisküsimused	protsentarv
	EK	312	Konstr	Konstrueeritavate vastustega (vabavastuselised) küsimused	protsentarv
*	EK	313	Lünktekst	Lünktekst	protsentarv
*	EK	314	Teiste_sõnad	Küsimused esitatakse teiste sõnadega kui on antud tekstis olev info	protsentarv

Liik	Number	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused
Käs	315	K_kerimine	Küsimustes on teksti võimalik kerida	0 või 1
EK	316	Graaf_kont	Küsimustes on esitatud graafika kui küsimuste kontekst	protsentarv
* EK	317	Graaf_vihje	Küsimustes on esitatud graafika kui vihje või näpunäide	protsentarv
EK	318	K_olul	Küsimuste olulisus	-2 kuni 2
EK	319	Vast_klav	Vastamine klaviatuuriga	protsentarv
EK	320	Vast_hiir	Vastamine hiirega	protsentarv
EK	321	Vast_vedam	Vastamiseks hiirega ekraanilt objektide vedamine	protsentarv
EK	322	Vast_juh	Kas on olemas juhend vastamiseks	0 või 1
* EK	323	Vast_näide	Kas on olemas näide või demo vastamiseks	0 või 1
* EK	324	Vast_praktik	Kas saab praktiseerida vastamist	0 või 1
EK	325	Vast_ökon	Mitu liigutust on keskmiselt tarvis vastamiseks	arv
* EK	326	Vast_selgit	Kas küsimuse juures on olemas vastamise selgitus (mitmel küsimusel)	arv
* EK	327	Suur_täht	Kas eristatakse vastuste juures suur- ja väiketähti (mitut vastust)	arv
* EK	328	Kirjavahe	Kas kirjavahemärgid mõjutavad vastust (mitut vastust)	arv
* EK	329	Sõnade_jrk	Kas sõnade järjekord mõjutab vastust (mitut vastust)	arv
* EK	330	Eristusv	Kas tehakse vahet eristusvигadel	0 või 1
* EK	331	Vast_abi	Kui pikka aega ei vastata või vastust ei tea, kas siis pakutakse kohele abi	0 või 1
EK	3331	TS	Tagasiside komplekssus	Roper'i 5-palliline skaala
* EK	332	TS_tekstiga	Tagasiside antakse tekstiga	0 või 1
* EK	333	TS_graaf	Kas tagasiside antakse graafikaga	0 või 1
* EK	334	TS_heli	Kas tagasiside antakse heliga	0 või 1
* EK	335	TS_liike	Tagasiside erinevate liikide arv	arv
* EK	336	Person_TS	Kas antakse personaalne tagasiside	protsentarv

Liik	Number	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused
EK	337	Korrekt_TS	Kas antakse korrektiivne tagasiside	Protsentarv
EK	338	Õige_vast%	Kas antakse õigete vastuste protsent	0 või 1
* EK	339	Vast_aeg	Kas vastamisaeg on piiratud	0 või 1
EK	340	Vast_kiirus	Kas vastamiskiirus teatatakse	0 või 1
* EK	341	TS_ajastus	Kas antakse viivitusega või kohene tagasiside	0 – viivitusega või 1 – kohene
EK	342	Uus_võimal	Kas antakse võimalus uuesti vastamiseks, kui on vale vastus	0 või 1
* EK	343	JuhVihje	Kas antakse vale vastuse korral juhend või vihje	0 või 1
* EK	344	Formaat	Kas jäetakse arvestamata formaadi viga või teatatakse sellest	0 või 1
EK	345	Posit_TS	Kas antakse positiivne tagasiside	protsentarv
EK	346	Kiitus	Kas õige vastuse korral kiidetakse	protsentarv
* EK	347	Juhu_kiitus	Kas kiitus on juhuslik	0 või 1
* EK	348	KTS_huvit	Kas vale vastuse tagasiside vale vastuse korral on huvitavam kui õige vastuse tagasiside	0 või 1
* EK	349	Järeleait	Kas vale vastuse puhul järgneb järeleaitamine	0 või 1

* – karakteristik jäi edasisest analüüsist välja

Karakteristikute liikide lühendite selgitus:

Käs – õpitarkvara käsitsemist kirjeldav karakteristik

Tekst – teksti kirjeldav karakteristik

Kuj – kujundust kirjeldav karakteristik

EK – enesekontrolli kirjeldav karakteristik

Üld – elektroonilise õpiku poolt pakutavaid võimalusi kirjeldav karakteristik

Drillprogrammide karakteristikute nimekiri

Liik	Nr	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused
Info	100	Eelleht	Kas enne tiitellehte on eelleht (registreerimine vms)	0 või 1
Info	101	Tiitelleht	Kas on programmil tiitelleht	0 või 1
Üld	102	Keel	Mis keeles on programm	1-eesti, 0-inglise
Info	103	T_atraktiiv	Tiitellehe atraktiivsus, tähelepanu haaramine	Ekspert hinnangu- tega vahemikus –2 kuni 2
* Info	104	Millest_tund	Kas tiitelleht näitab, millest on tund	0 või 1
Käs	105	T_lahkuda	Tiitellehelt saab väljuda	0 – kui üldse ei saa 1 – saab, kuid pole juhendit, 2 – juhendi või selgitusena
Info	106	T_anim	Tiitelleht animeeritud	0 või 1
Info	107	T_heliga	Tiitelleht heliga	0 või 1
Käs	108	T_hype	Tiitellehel saab heliga edastatavat esitust ja animatsiooni katkestada	0 või 1
Käs	109	T_jätk	Tiitellehelt kaob teatud aja jooksul või on jätkamine võimalik ainult õppija tegevuse kaudu	kaob – 0 või peab ise jätkama – 1
Käs	110	T_juh	Tehakse selgeks, kuidas jätkata programmi	0 või 1
Info	111	T_tihedus	Tiitellehe tihedus: mitut erinevat liiki infot on tiitellehel (pealkiri, millest tund, autor, menüüd, mõisted....)	arv
Käs	112	J_tutvustus	Kas juhtnõõride tutvustus on olemas või mitte	0 või 1
Käs	113	J_saadaval	Kas juhtnõõrid on kogu aeg saadaval	0 või 1
Käs	114	J_minek	Juhtnõõridesse minekuks vajalike operatsioonide (klahvivajutuste) arv	arv, mitme liigutusega jõuab juhtnõõridesse
Käs	116	J_liigend	Kas kõik juhtnõõrid kuvatakse korraga või kuvatakse algul ainult eespool vajalikud	0 – korraga või 1 – sõltub asukohast
* Käs	117	J_demo	Kas pakutakse juhtnõõrides demonstratsiooni	0 või 1

	Liik	Nr	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused
*	Käs	118	J_praktika	Kas pakutakse juhtnöörides praktikat	0 või 1
	Üld	119	K_ident	Kasutaja identifitseerimine: kas küsitakse kasutaja nime	0 või 1
	Käs	120	K_idmälus	Kas kord sisestatud kasutajad jäävad mällu	0 või 1
	Käs	121	K_idpar	Kas sisestatud identifitseerimise saab parandada kui sisse satub trükiviga	0 või 1
	Käs	122	Help	Abinupp või vastav menüü olemas	0 või 1
	Käs	1221	Kmeet_arv	Nuppude, ikoonide, menüüde jt. juhtimismeetodite koguarv	arv
	Käs	123	Nupud	Nuppude arv	arv
	Käs	124	N_tuntud	Vajalikest nuppudest tuntud nuppude %	protsentarv
	Käs	125	Ikoonid	Ikoonide arv	arv
	Käs	126	I_tuntud	Tuntud ikoonide %	protsentarv
	Käs	127	N_selgit	Nupud ja ikoonid viipadega	protsentarv
	Käs	128	N_kinnit	Nupud ja ikoonid pakuvad kinnitust	protsentarv
	Käs	129	Menüüd	Menüüde arv	arv
	Käs	130	M_alati	Harjutamise ajal nähtaval olevate menüüde arv	arv
	Käs	131	F_M	Täisekraan-menüüde arv	arv
	Käs	132	M_peid	Rippmenüüde arv	arv
*	Käs	133	M_F	Paneelmenüüde arv	arv
	Käs	134	M_minek	Algmenüüsse liikumiseks vajalike klahvivajutuste arv	arv, mitme liigutusega jõuab algmenüüsse
*	Käs	135	M_prog	Progresseeruv menüü	0 või 1
*	Käs	136	M_nõu	Nõuanded ja soovitusel menüüs	0 või 1
	Käs	137	M_valik	Menüüdes valikute arv teema kohta	arv
	Käs	138	M_valikk	Menüüdes valikute arv kokku	arv
	Käs	139	M_juht	Menüüdes olevate juhtnööride protsent	protsentarv
	Käs	140	M_väljumine	Kuidas on antud võimalik väljumine	2 – menüüs vastav kirje, 1 – üldteada oper.-ga, 0 – programmi spetsiifiliselt

Liik	Nr	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused	
Käs	141	M_klaviat	Kas menüüs on võimalik liikuda klaviatuuriga	0 või 1	
*	Käs	142	M_hiir	Kas menüüs on võimalik liikuda hiirega	0 või 1
Käs	144	Klahvikomb	Käsitsemiseks võimalike klahvikombinatsioonide arv	arv	
Käs	145	Aknaid	Mitu akent korraga maksimaalselt avatud	arv	
*	Käs	146	Funts_piirk	Defineeritud funktsiooni-piirkonnad ekraanil	0 või 1
Käs	147	Kont_asuk	Kus asuvad nupud ja ikoonid ekraanil	Sõnaline tunnus	
*	Käs	148	K_stab	Nuppude ja klahvivajutuste arv, mis pole kogu programmi kestel samades funktsioonides	arv
Käs	149	Kmeet	Mitu erinevat juhtimismeetodi liiki on	arv	
Üld	150	Mängulisus	Kuivõrd on õppematerjal esitatud mänguliselt	Eksperthinnangutega skaalal –2 kuni 2	
Üld	151	T_huvitavus	Teostuse huvitavus	Eksperthinnangutega vahemikus – 2 kuni 2	
Üld	152	Võ_kaas	Võistlus kaaslasega	0 või 1	
*	Üld	153	Võ_arvut	Võistlus arvutiga	0 või 1
Üld	154	Võ_skoor	Võistlus skooriga	0 või 1	
Üld	155	Võ_aeg	Võistluslikkus ajaga	0 või 1	
Üld	156	Tegelaskuju	Milline on tegelaskuju drillprogrammis	Pole, mees, naine või muu	
*	Info	157	Eesmärk	Kas on näidatud õppetunni eesmärgid	0 või 1
Üld	158	A_võimalus	Kuivõrd on ära kasutatud arvuti võimalusi	Eksperthinnangutega vahemikus – 2 kuni 2	
Üld	159	P_attrakt	Programmi atraktiivsus	Eksperthinnangutega vahemikus – 2 kuni 2	
*	Käs	160	A_väljum	Kas on võimalik ajutine väljumine	0 või 1
*	TS	161	A_soovv	Kui õppijal valedel vastustel hulk suureneb, kas drill-programmis soovitatakse väljuda ning järgmisel päeval uuesti proovida	0 või 1

Liik	Nr	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused	
*	TS	162	V_meist	Kui õpilane on saavutanud meisterlikkuse, kas siis drill-programmis soovitatakse väljuda	0 või 1
	Käs	163	Väljumissoov	Kas küsitakse üle, kas õpilane ikka soovib väljuda	0 või 1
	Käs	164	V_etapid	Mitme etapiline on väljumine (mitu nuppu jne)	arv
	Käs	165	Välj_tak	Kas on olukordi, kus ei saa väljuda (video, animatsioon)	arv, mitu olukorda
	Käs	166	Välj_aeg	Kaua võtab aega väljumine	aeg sekundites
	Üld	167	A_salvest	Kas õppija sooritustulemused salvestatakse	0 või 1
*	Üld	168	A_and	Kas järgmine kord arvestatakse õppija sooritust eelmisel korral	0 või 1
	Käs	169	Lõppteade	Kas antakse lõppteade	0 või 1
	Vast	201	Kont_aeg	Kas õppija saab määrata vastamisaja	0 või 1
*	Küs	202	Kont_jrk	Kas õppija saab määrata küsimuste järjekorra	0 või 1
	Küs	204	Lõp_jätk	Lõputu jätkamise võte	0 või 1
	Küs	205	Ül_valik	Kas küsimuste valik on juhuslikult genereeritud või organiseeritud andmebaasist	0 või 1 juhuslikult – 0 või andmebaasist – 1
	Küs	206	Grup_keer	Küsimused grupeeritud keerukuse järgi	0 või 1
	Küs	207	Grup_sem	Küsimused grupeeritud organisatsiooni järgi (semantika järgi)	0 või 1
*	Küs	208	Grup_erist	Küsimused grupeeritud eristusvigade esinemise (sarnased ühes rühmas) järgi	0 või 1
	Küs	210	K_vanad	Võetakse sisse varasematest teemadest pärit küsimusi	0 või 1
	Küs	211	Küsüm_tase	Tasemete arv	arv
	Küs	212	Küsüm_arvv	Kas õppija saab valida, mitu küsimust esitatakse	0 või 1
	Küs	213	Min_parv	Minimaalne võimalik küsimuste arv	arv
	Küs	214	Max_parv	Maksimaalne võimalik küsimuste arv enne kui arvuti ise lõpetab drillprogrammi (näitab animatsiooni vms)	arv

Liik	Nr	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused
Küs	215	Parvu_amp	Küsimuste arvu amplituud	arv
* Vast	216	P_tüüp	Saab valida vastamise viisi	0 või 1
Info	217	Ekraan_jaot	Mitmeks on ekraan jaotatud	arv
Info	218	Kontsent	Kui suurel osal ekraanist paikneb drillprogrammi sisestus ja küsimuse aken	protsentarv
Info	219	T_konsent	Kui suurel osal ekraanist paikneb tagasiside	protsentarv
Info	220	P_suur	Kui suurel osal ekraanist paikneb programm	protsentarv
Info	221	D_erist	Kas küsimused on eristatud muust osast või on komplekselt programmi sees	sees – 0 või eristatud – 1
Info	222	D_raamis	Kas küsimused on eristatud muust osast raamiga	0 või 1
* Info	223	Ekraan	Kas drillprogramm mahub ühele ekraanile	0 või 1
* Käs	224	K_kerim	Kui drillprogramm ei mahu ühele ekraanile, kas siis saab küsimustes liikuda kerimisega	0 või 1
Info	226	T_suurus	Milline on valdavalt teksti suurus	arv
Info	227	T_font	Milline on valdav teksti font	Sõnaline tunnus
Info	228	T_spac	Milline on valdav teksti reavahe	arv
* Küs	229	Üleminek	Kas üleminek järgmisele tasemele toimub automaatselt	0 või 1
* Info	230	Vead	Kui palju esineb materjalil grammatikavigu	arv
Info	231	Esitusv_arv	Mitme esitusviisiga on materjal esitatud	arv
Info	2311	Meedia_arv	Meedialiikide arv	arv
* Info	232	Skeemid	Mitu skeemi on õppetunnis	arv
Info	233	Liht_illust	Mitu lihtsustatud illustatsiooni on õppetunnis	arv
Info	234	Illust	Mitu illustatsiooni (kunstjoonist) on õppetunnis	arv
* Info	235	Tabel	Mitu tabelit on õppetunnis	arv
* Info	236	Graafik	Mitu graafikut on õppetunnis	arv
Info	237	Animats	Mitu animatsiooni on õppetunnis	arv
Info	238	Foto	Mitu fotot on õppetunnis	arv

Liik	Nr	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused
Info	239	Kolmem	Mitu kolmemõõtmelist staatilist kujutust on õppetunnis	arv
Info	2391	Kolmem%	Mitu protsenti kolmemõõtmelisi kujutisi on õppetunnis	protsentarv
* Info	240	Video	Mitu videot on õppetunnis	arv
* Käs	241	Video_K	Õppijale antud juhtimisvõimalus video ajal – jätkamine, kordamine, paus, ülehüppamine	arv (iga juhtimisliik annab 1)
Info	242	Heli	Heli olemasolu	0 või 1
Info	243	Heli_mel	Kas heliks on taustameloodia	0 või 1
Info	244	Heli_sound	Kas on heliefektid	0 või 1
Info	245	Sound_hääl	Kas on digitaalne hääl	0 või 1
* Käs	246	Mel_välja	Kas saab meloodiat soovi korral välja lülitada	0 või 1
* Käs	247	Sound_välja	Kas saab heliefekte soovi korral välja lülitada	0 või 1
Käs	248	Heli_K	Õppijale antud juhtimisvõimalus heli üle – jätkamine, kordamine, paus, ülehüppamine	arv (iga juhtimisliik annab 1)
Info	249	Must_valge	Kas kogu materjal on mustvalgena või värvilisena	must-valge – 0, värviline – 1
Info	250	Värvide_arv	Ühel ekraanitäiel maksimaalselt korraga kasutatud värvide arv	arv
* Info	252	Värv_seos	Üks värv on seotud läbi materjali konkreetse asjaga	0 või 1
Info	253	Värv_igap	Värvide kasutus pole vastulus igapäevaga	0 või 1
Info	254	Tekst_taust	Küsimuse teksti ja tausta värv	Sõnaline tunnus
* Käs	256	Vahet	Kas peab harjutamise jooksul vahetama programmi seadeid (näiteks liitmise asemel lahutamine)	arv, mitu korda peab vahetama
Käs	257	Osk	Mitut liiki oskusi läheb antud harjutamise juures vaja (hiire käsitsemine, klaviatuurilt trükkimine ...)	arv, mitut liiki oskusi
Vast	300	Kõik_vast	Kas kõikidele esitatud küsimustele peab vastama	0 või 1
* Käs	301	Küsim_katk	Kas on võimalik harjutamise katkestamine	0 või 1

Liik	Nr	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused	
Küs	302	Kuuld_tekst	Küsimuste viis: kuuldav tekstilisele	Protsentarv	
Küs	303	Tekst_pilt	Küsimuste viis: tekst pildilisele	protsentarv	
Küs	304	Pilt_tekst	Küsimuste viis: pilt tekstilisele	protsentarv	
*	Küs	305	Kuuld_pilt	Küsimuste viis: kuuldav pildilisele	protsentarv
*	Küs	306	Pilt_kuuld	Küsimuste viis: pilt kuuldavale	protsentarv
*	Küs	307	Pilt_vis	Küsimuste viis: pilt visuaalsele	protsentarv
Küs	308	Tekst_tekst	Küsimuste viis: tekst tekstilisele	protsentarv	
Küs	309	Valik	Valikvastustega küsimused	protsentarv	
*	Küs	310	T/V	Tõene/väär küsimused	protsentarv
Küs	311	Sobit	Sobitamisküsimused	protsentarv	
Küs	312	Konstr	Vabavastuselised küsimused	protsentarv	
*	Küs	313	Lünktekst	Lünktekst	protsentarv
Küs	314	Graaf_kont	Küsimustes esitatud graafika kui küsimuste kontekst	protsentarv	
*	Küs	315	Graaf_vihje	Küsimustes esitatud graafika kui vihje või näpunäide	protsentarv
*	Küs	316	Kõrv_krit	Kas kasutatakse küsimuste käibelt kõrvaldamist	0 või 1
Küs	317	Lõplik_küs	Kas küsimusi antakse kuni kõik on vastatud õigesti	0 või 1	
Vast	318	Vast_klav	Vastamine klaviatuuriga	protsentarv	
Vast	319	Vast_hiir	Vastamine hiirega	protsentarv	
*	Vast	320	Vast_vedam	Vastamiseks ekraanilt objektide vedamine	protsentarv
TS	321	Reag_aeg	Kaua läheb aega, et programm võtaks vastu vastuse	aeg sekundites	
Vast	322	Vast_juh	Kas olemas juhend vastamiseks	0 või 1	
*	Vast	323	Vast_näide	Kas olemas näide vastamiseks	0 või 1
*	Vast	324	Vast_praktik	Kas saab praktiseerida vastamist	0 või 1
Vast	325	Vast_ökon	Mitu liigutus on maksimaalselt tarvis vastamiseks	arv	
*	Vast	326	Vast_promt	Kas olemas selgitus vastuse sisestamiseks	0 või 1

Liik	Nr	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused	
*	Vast	327	Suur_täht	Kas eristatakse vastuste juures suur- ja väiketähti	protsentarv
*	Vast	328	Kirjavahe	Kas kirjavahemärgid mõjutavad vastust	protsentarv
*	Vast	329	Sõnade_jrk	Kas sõnade järjekord mõjutab vastust	protsentarv
*	Vast	331	Vast_abi	Kui pikka aega ei vastata, kas siis pakutakse abi	0 või 1
	Küs	332	Ülem_arv	Mitme õige vastuse korral lõpeb drillprogramm	arv
	Käs	333	Ülemk_j	Kas drillprogramm läheb koheselt üle järgmisele küsimusele, pakub animatsiooni või videot või vaja vastajal endal midagi teha	koheselt üle – 0, tagasiside – 1, animatsioon – 2, video – 3 midagi teha – 4
	Käs	334	Ülemk_klahv	Üleminekuks vajalike klahvivajutuste arv pärast õige vastuse sisestamist või sellele osutamist (koos Enter klahviga)	arv
	Küs	335	Ülemk	Ülemineku kiirus sekundites	arv
	Käs	336	Ülem_tak	Kas on mingi iseärasus, mis takistab üleminekut (video, animatsioon vms)	arv, mitu neid on
*	Käs	337	Ülem_eesm	Kas üleminek uuele tasemele toimub automaatselt (on seotud õppe eesmärkidega)	0 või 1
	Vast	338	Vast_aeg	Kas vastamisaeg on piiratud	0 või 1
	Vast	339	Vast_aegs	Vastamisaeg sekundites	arv
	TS	3401	TS	Tagasiside komplekssus	Roper'i 5-palliline skaala
	TS	340	TS_tekstiga	Tagasiside antakse tekstiga	0 või 1
	TS	341	TS_graaf	Tagasiside antakse graafikaga	0 või 1
	TS	342	TS_anim	Tagasiside antakse animatsiooniga	0 või 1
	TS	343	TS_anims	Kas tagasiside animatsioon on kogu aeg sama	0 või 1
	TS	344	TS_heli	Tagasiside antakse heliga	0 või 1
	TS	3441	TS_hääl	Tagasiside heliks on digitaalne kõne	0 või 1
	TS	345	TS_helis	Kas tagasiside heli on kogu aeg sama	0 või 1
	TS	346	TS_liike	Tagasiside erinevate liikide arv	arv

Liik	Nr	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused	
*	TS	347	Person_TS	Antakse personaalne tagasiside	protsentarv
	TS	348	Korrekt_TS	Antakse korrektiivne tagasiside	protsentarv
	TS	349	Sk_näha	Harjutamise ajal skoor nähtaval	0 või 1
	TS	350	Sk_graaf	Skoor harjutamise ajal näha graafiliselt	0 või 1
	TS	351	Õige_vast%	Õigete vastuste protsent harjutamise ajal nähtaval	0 või 1
	TS	352	Aeg_näht	Jooksev aeg harjutamise ajal nähtaval	0 või 1
	TS	353	Aeg_sek	Jooksev aeg sekundites harjutamise ajal nähtaval	0 või 1
	TS	354	Aeg_graaf	Jooksev aeg graafiliselt harjutamise ajal nähtaval	0 või 1
*	TS	355	Vale_eir	Kas vale vastust eiratakse (midagi ei juhtu)	0 või 1
*	TS	356	Vale_luba	Kui sisestatakse esimesena vale number või täht, kas arvuti lubab sisestada järgmist	0 või 1
	TS	357	Vast_kiirus	Kas drillprogrammi lõpus vastamiskiirus teatakse	0 või 1
	TS	358	Sk_teat	Kas drillprogrammi lõpus skoor teatakse	0 või 1
	TS	359	Pr_teat	Kas drillprogrammi lõpus õigete vastuste protsent teatakse	0 või 1
*	TS	360	Liigitus	Kas drillprogrammi lõpus teatakse tagasiside vigade liikide kaupa	0 või 1
*	TS	361	TS_ajastus	Kas antakse kohene või viivitusega tagasiside	0 – viivitusega, 1 – kohene
*	TS	362	Erist_TS	Kas tehakse vahet eristusvigadel	0 või 1
	TS	363	Uus_võimal	Mitu võimalust antakse uuesti vastamiseks, kui on vale vastus	arv
	TS	364	JuhVih	Kas antakse vale vastuse korral juhend või vihje	0 või 1
	TS	365	Vih_etap	Mitme etapiline on vihje	arv
	TS	366	Vih_heli	Vihjeks heli	0 või 1
	TS	367	Vih_tekst	Vihjeks tekst	0 või 1
*	TS	368	Vih_anim	Vihjeks animatsioon	0 või 1

Liik	Nr	Nimi	Kirjeldus	Võimalikud väärtused	
TS	369	Vih_graaf	Vihjeks staatiline graafika	0 või 1	
TS	370	Vih_märk	Vihjeks valitud vale vastuse märkimine (kaotamine)	0 või 1	
TS	371	Formaat	Kas jäetakse arvestamata formaadi viga või teatakse sellest	ei jäeta – 0 või jäetakse – 1	
TS	372	Posit_TS	Kas antakse positiivne tagasiside	protsentarv	
TS	373	Kiitus	Kas õige vastuse korral kiidetakse	protsentarv	
TS	374	Juhu_kiitus	Kas kiitus on juhuslik	0 või 1	
TS	375	KTS_huvit	Kas vale vastuse tagasiside on huvitavam kui õige vastuse tagasiside	0 või 1	
TS	376	Auhind	Kas on auhind eduka täitmise eest	0 või 1	
*	TS	377	Au_anim	Kas auhinnaks on animatsioon	0 või 1
*	TS	378	Au_mäng	Kas auhinnaks on mäng	0 või 1
*	TS	379	Top	Kas on võimalik edetabelisse pääsemine	0 või 1
Inglise keel					
A	400	Sonu	Õpitavaid uusi sõnu	arv	
A	401	K_sona	Keskmine sõnapikkus	tähemärkide arv	
A	402	Min_sona	Minimaalne sõnapikkus	tähemärkide arv	
A	403	Max_sona	Maksimaalne sõnapikkus	tähemärkide arv	
A	404	Liitsona	Liitsõnade arv	arv	
A	405	Liitsona%	Liitsõnade protsent	protsentarv	
A	406	Abstr	Abstraktsete nimisõnade arv	arv	
A	407	Abstr%	Abstraktsete nimisõnade protsent kõikidest sõnadest	protsentarv	
A	408	Abstr%%	Abstraktsete nimisõnade protsent nimisõnadest	protsentarv	
Matemaatika					
A	501	Tehe	Võimalike erinevate tehete arv	arv	
A	502	Varem	Lähedane varemalt õpitule	4-palline skaala	

* märgitud karakteristikud jäid edasisest analüüsist välja

Karakteristikute liikide lühendite tähistused:

Käs – drillprogrammi käsitlemist kirjeldav karakteristik

Üld – drillprogrammi poolt pakutavad võimalusi kirjeldav karakteristik

Info – info esitamist kirjeldav karakteristik

Küs – küsimusi kirjeldav karakteristik

Vast – vastamist kirjeldav karakteristik

TS – tagasisidet kirjeldav karakteristik

A – aine spetsiifiline karakteristik

Eksperimendis kasutatud elektroonilised õpikud ja nende teemad

Matemaatikas elektrooniline õpik **“Hulgad”** ja sellest teemad:

1. Hulk. Hulkade tähistamine
2. Osahulk
3. Hulkade ühend. Hulkade ühisosa
4. Hulkade vahe. Hulga täiend.
5. Tehete omadused

Keemias elektroonilise õpiku **“Keemia õppetükid”** teemad:

1. Perioodilisus.
2. Reaktsioonivõime read.
3. Leelismetallid.
4. Happed ja alused
5. Halogeenid.
6. Redoksreaktsioonid.

Ajaloo elektroonilise õpiku **“Euroopa ja Baltimaad XX sajandil”** teemad:

1. I Maaailmasõja järgne Euroopa – milline see oli.
2. Perekond.
3. Hobid.
4. Uute teede otsingul.
5. Eesti ja Läti – etturid suures poliitikas
6. Suurriigid ja Baltikum.

ja elektroonilise õpiku **“Avita ajaloo CD”** teemad:

1. Kiviaeg.
2. Võitlused aastail 1215–1221.
3. Võõrvõimude omavahelised suhted. Linnad, linnused ja kirikud.
4. Jüriöö ülestõus 1343–1345.
5. Katoliku kirik ja usupuhastus.
6. Haridus ja kultuur.

Geograafias elektroonilise õpiku **“Eesti Geograafia CD”** teemad:

1. Rahvaarv, sündimus, suremus, iive ja ränne
2. Demograafiline üleminek. Hõive.
3. Energiamaajandus, energiavarade liigid.
4. Masinatööstuse koosseis ja kujunemine, arengueeldused, töökorraldus ja allharud.
5. Kergetööstuse harud ja paigutust mõjutavad tegurid.
6. Veendus.

Emakeeles elektroonilise õpiku **“Eesti keele ortograafiakursus”** teemad:

1. Nimisõnade kokku- ja lahkukirjutamine.
2. Kohanimede õigekiri.
3. Omadussõnade kokku- ja lahkukirjutamine.
4. Arvsõnade kokku- ja lahkukirjutamine.
5. Tegusõnade kokku- ja lahkukirjutamine.
6. Muutumatu sõnade kokku- ja lahkukirjutamine.

Eksperimendis kasutatud drillprogrammid ja nende teemad

Matemaatikas

1. Kahekohaliste arvude liitmine – drillprogrammiga **Numbers Game**
2. Kahekohaliste arvude lahutamine – drillprogrammiga **Wind-O-Math**
3. Kahekohaliste arvude liitmine ja lahutamine – drillprogrammiga **Mathbee**
4. Kolmekohaliste arvude liitmine – drillprogrammiga **Arithme Tick-Tack-Toe**
5. Kolmekohaliste arvude lahutamine – drillprogrammiga **Calcul**
6. Kolmekohaliste arvude liitmine ja lahutamine – drillprogrammiga **Flashcard**
7. Tundmatu liidetava leidmine – drillprogrammiga **M2Math Tutor** (üksi)
8. Tundmatu jagatava või jagaja leidmine – drillprogrammiga **Animated Arithmetics**
9. Korrutamine 6–10-ga – drillprogrammiga **Hayley's Tables**
10. Korrutamine 1–10-ga – drillprogrammiga **Multiplication Facts**
11. Jagamine 6–10-ga – drillprogrammiga **MathFlash12**
12. Jagamine 1–10-ga – drillprogrammiga **M2Math Tutor** (kaaslasega)
13. Korrutamine ja jagamine 1–10-ga – drillprogrammiga **OnTarget**
14. Ühekohalise arvu korrutamine kahekohalisega – drillprogrammiga **Multiplication**
15. Kellatundmine minutilise täpsusega – drillprogrammiga **Animated Clock**

Inglise keeles

1. EARTH WORDS
2. Early Spelling
3. Living Letters
4. Rosetta Stones (pildile seada vastavusse sõna)
5. Hangman
6. Lingua Land (torud)
7. L. S. Phonics
8. Lingua Land (tuuker)
9. Rosetta Stones (sõnale seada vastavusse pilt)
10. Kid Spell
11. APSTest test Drills
12. My Friend
13. APSTest test DrillSP
14. Speller Quiz
15. Spelling Bee
16. Lingua Land (lilled)
17. Lingua Land (püss)
18. Kid Genius
19. APSTest test DrillP

Ekspirimendi läbiviimisjuhend geograafiaõpetajale elektronilise õpikuga Eesti geograafia CD

Püüame selgitada, millised omadused peavad olema efektiivsel õpiprogrammil. Selleks palume Teie abi. Palume organiseerida 6 geograafiatundi (tasustatakse Pahre poolt), kus eksperimentaalrühm töötab elektronilise õpikuga Eesti geograafia CD.

Teie õpilaste individuaalseid tulemusi ega klassi keskmisi tulemusi kusagil ei avaldata. Me kasutame neid andmeid korrelatsioonide arvutamiseks õpiprogrammi iseloomustavate karakteristikute vahel. Kuigi ankeetküsitlus pole anonüümne, ei kasuta me neid andmeid koos konkreetse isikuga, vaid samuti ainult korrelatsioonide arvutamiseks.

Katse käik on järgmine. Tunni algul täidavad eksperimendis osalevad õpilased eeltesti, mis korjatakse kokku enne teemaga tutvumist. Järgnevalt töötab katserühm arvutiklassis, kus iga õpilane omandab **iseseisvalt** etteantud kirjaliku juhendi abil antud teema. Olles teema omandanud, sooritavad õpilased järeltesti, mis samuti kogutakse kokku. Tööks elektronilise õpiku iga teemaga on kavandatud 1 õppetund. Kui vähegi võimalik, püüdke saavutada, et iga õpilane töötab elektronilise õpiku kõikide eksperimentis kasutatavate teemadega.

Katse läbiviimiseks saadetakse koolidesse elektroniline õpik Eesti Geograafia CD, eelja järeltestid ning ankeedid eksperimentaalrühmale ja õpetajale.

Konkreetsemalt näeks töö välja järgmine:

Õpilane

- ♦ Eksperimentaalrühma õpilasel on õigus tutvuda vastava elektronilise õpikuga enne eksperimendi algust
- ♦ Enne õpiprogrammi teemaga tutvumist lahendab õpilane vastava teema kohta käiva eeltesti, mille annab õpetajale.
- ♦ Õpilane omandab vastava teema arvutiklassis kirjaliku tööjuhendi abil. Iga õpilane töötab üksinda ühe arvutiga.
- ♦ Eksperiment loetakse alustatuks, kui õpilane siseneb elektronilisse õpikusse. Töö alustamise kellaaja kirjutab õpilane ankeedile või tööjuhendile üles, et see hiljem märkida järeltestile.
- ♦ Õpilane võib kasutada kõiki antud õpiprogrammi vahendeid (liikumine teistele teemadele, enesekontrolli küsimused jne) vastava teema omandamiseks, kuid mitte küsida juhendamist õpetajalt.
- ♦ Kui teema on õpilase arvates omandatud, väljub ta elektronilisest õpikust ja saab õpetajalt järeltesti, millele kirjutab eelnevalt ülesmärgitud töö alustamise aja ning ka materjali omandamise lõpu kellaaja. Õpilane täidab ka ankeetküsitluse. Järeltesti ja ankeetküsitluse annab õpilane õpetajale.

Õpetaja

- ♦ **Kirjutab välja nii eksperimentaalrühma õpilaste nimekirja koos keskmiste hinnetega geograafias**

- Enne igat eksperimendi tundi jagab ta õpilastele eeltestid, mille korjab ära umbes 5–7 minuti pärast.
- Õpetaja jagab tööjuhendid ja ankeetküsitlused õpilastele pärast eeltestide kokku korjamist.
- Eksperimendi ajal kontrollib õpetaja, et õpilased ei suhtleks omavahel ega kasutaks kõrvalisi materjale (näiteks õpikut).
- Eksperimendi ajal ei tohi õpetaja vastata teema sisu puudutavatele küsimustele. Õpetaja võib juhendada eksperimentaalrühma õpilast vaid tehnilistes küsimustes (näiteks, milliste klahvide abil liikuda uuele teemale).
- Õpetaja jaotab õpilastele järeltestid (jälgib, et õpilased, kes tegid eeltesti I variandi, teeks ka järeltesti I variandi ja vastupidi) ja kogub testid ning ka ankeetküsitluse hiljem kokku.
- Õpetaja selgitab vajadusel ankeedi küsimusi ja kontrollib, et õpilased on vastanud kõikidele ankeedis toodud küsimustele.
- Õpetaja täidab õpetajatele mõeldud ankeetküsitluse antud elektroonilise õpiku teema kohta.
- Õpetaja võib testitulemusi kasutada õpilaste hindamisel.
- Pärast 6 teema läbimist saadab õpetaja õpilaste eel- ja järeltestid, ankeedid ja õpilaste nimekirjad koos keskmiste hinnetega Piret Luigele allpool toodud aadressil.

Tundide teemad

1. Rahvaarv, sündimus, suremus, iive ja ränne
2. Demograafiline üleminek (sündide ja surmade lingi lisamaterjal), hõive
3. Energiamaajandus, energiavarade liigid
4. Masinatööstuse koosseis ja kujunemine, arengueeldused, töökorraldus ja allharud
5. Kergetööstuse harud ja paigutust mõjutavad tegurid
6. Veendus.

Suur tänu Teile abi eest!

Jaan Mikk
Tartu Ülikool, Filosoofiateaduskond,
pedagoogika osakond, professor
E-mail: jmikk@ut.ee

Piret Luik
Tartu Ülikool, Filosoofiateaduskond,
pedagoogikaosakond, doktorant
E-mail: Piret.Luik.001@mail.ee

**Postiaadress: Pedagoogika osakond TÜ
Ülikooli 18
Tartu 50090**

Tööjuhend õpilasele elektroonilise õpiku Eesti geograafia CD teemaga **Energiamajandus**

- ◆ Õpilasel on õigus tutvuda vastava elektroonilise õpikuga enne eksperimendi algust.
- ◆ Enne Energiamajanduse teemaga tutvumist lahendada vastava teema kohta käiv eeltest (aega umbes 5–7 min), mis anda õpetajale.
- ◆ Õppeülesanne: **Omandada energiamajanduse mõisted, energiavarade liigitus. Seostada antud teema maailma geograafiaga.**
- ◆ Sisenedes elektroonilisse õpikusse valida tiitellehelt tase Juhan. Vasakpoolsest sisukorrast valida teema Majanduse alateema Energiamajandus. Lugeda läbi avanenud materjal ning skeemilt lisaks kõik energiavarade linkide materjal.
- ◆ Eksperiment loetakse alustatuks, kui õpilane siseneb õpiprogrammi. Töö alustamise kellaaeg kirjutada üles tööjuhendile või ankeedile, et see hiljem märkida järeltestile.
- ◆ Võib kasutada kõiki antud elektroonilise õpiku vahendeid (liikumine teiste teemadele, APSTesti programmis testid, lingitud Interneti materjalid jne) vastava teema omandamiseks, kuid mitte kasutada õpikut ega konspekti. Samuti pole lubatud küsida sisulist juhendamist õpetajalt ega kaasõpilastelt. Õpetaja poole abi saamiseks võib pöörduda vaid tehniliste probleemide korral.
- ◆ Kui teema on omandatud, väljuda õpiprogrammist. Õpetajalt saab järeltesti, millele kirjutada eelnevalt ülesmärgitud töö alustamise aeg ning ka materjali omandamise lõpu kellaaeg.
- ◆ Lisaks täida ankeet. **NB! Probleemide korra ankeedi küsimustele vastates pöördu õpetaja poole, kes selgitab küsimusi ja vastusevariante pikemalt.** Järeltest ja ankeetküsitlus anda õpetajale.

Elektrooniliste õpikute eksperimendi testide näidised

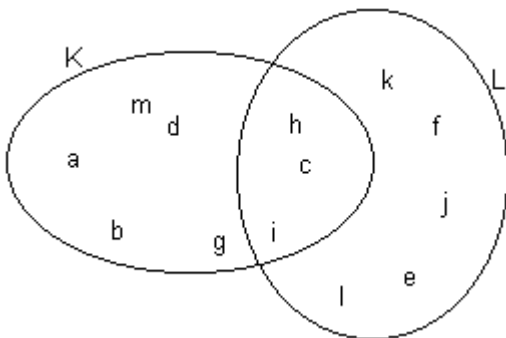
Nimi (trükitähtedega)..... Kuupäev.....

Kool Alustamise kellaaeg

Hulkade võrdsus. Osahulk

Variant I

1. Võrdsed hulgad on
2. Lõplikul hulga on kindel arv/lõpmatult osahulkasid.
Põhjenda.....
3. Sümbolit \subset loetakse
4. Kirjuta sõna *matemaatika* kõigi tähtede hulk M
5. Kirjuta sümbolitega järgnev lause ja otsusta selle tõesuse üle:
Nulliga lõppevate arvude hulk on viiega jaguvate arvude hulga osahulk
.....
6. Kirjuta hulga $A=\{1; 2; 3\}$ kõik osahulgad.
.....
7. $A=\{3; 6; 9; 12; 15; 18; 21; 24\}$ Otsusta järgnevate lausete tõesuse üle:
 - a) $\{3; 6; 9; 12; 15; 16\} \subset A$
 - b) $\{2; 3; 4\} \not\subset A$
 - c) $\{3; 24; 21; 3; 15; 24; 12; 18; 9; 6; 12\} = A$
 - d) $\{E\} \subset A$
 - e) $\{9; 18\} \not\subset A$
8. Joonisel on kujutatud hulgad K ja L . Missugused järgnevatest lausetest on tõesed
 - a) $\{a; b; c; f\} \not\subset K$
 - b) $\{h; c; i\} \subset L$
 - c) $L \subset K$



Lõpetamise kellaaeg

Nimi (trükitähtedega)..... Kuupäev.....

Kool Alustamise kellaaeg

Hulkade võrdsus. Osahulk
Variant II

1. Hulgas kasutatakse igat elementi

2. Lõpmatul hulgal on kindel arv/lõpmatult osahulkasid.

Põhjenda

3. Sümbolit \subset loetakse.....

4. Kirjuta sõna *kombinatorika* kõigi tähtede hulk K.....

5. Kirjuta sümbolitega järgnev lause ja otsusta selle tõesuse üle:

Kahega jaguvate arvude hulk on paarisarvude hulga osahulk

6. Kirjuta hulga $A=\{k; l; m\}$ kõik osahulgad.

7. $A=\{0; 4; 8; 12; 16; 20; 24; 28\}$ Otsusta järgnevate lausetes tõesuse üle:

a) $\{4; 6; 8; 12; 16\} \subset A$

b) $\{2; 3; 4\} \not\subset A$

c) $\{0; 12; 20; 4; 28; 0; 24; 16; 8; 20; 4\} = A$

d) $\{E\} \subset A$

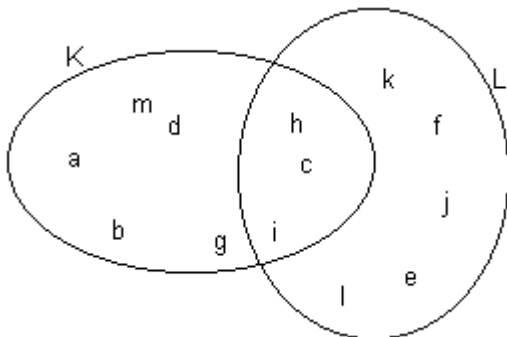
e) $\{8; 16; 24\} \not\subset A$

8. Joonisel on kujutatud hulgad K ja L. Missugused järgnevatest lausetest on tõesed

a) $\{t; q; p; y\} \not\subset L$

b) $\{c; y; n\} \subset K$

c) $L \subset K$



Lõpetamise kellaaeg

Nimi (trükitähtedega)..... Kuupäev.....

Kool Alustamise kellaeg

Maailma energiavajadus
Variant I

1. Energiat saab
Energiavarasid võib liigitada kahel viisil. Üheks võimaluseks on liigitada need traditsioonilisteks ja Maailmas tervikuna rahuldab (20%, 30%, 60%) (*jooni alla õige vastus*) energiavajadustest. *4 punkti*

2. Grupeeri loetletud energiavarad: kivisüsi, tuuleenergia, biomassienergia, nafta, loodete energia, vee-energia. Leia kummalegi grupile nimetus.

.....
.....
.....
.....

5 punkti

3. Missuguseid probleeme põhjustab tahke kütuse kasutamine. Too kolm näidet.

.....
.....
.....
.....
.....

3 punkti

4. Millist küteliiki kasutaksid Sa oma maja kütmiseks. Põhjenda oma valikut.

.....
.....
.....

3 punkti

Kokku 15 punkti

Lõpetamise kellaeg

Nimi (trükitähtedega)..... Kuupäev.....

Kool Alustamise kellaeg

Maailma energiavajadus

Variant II

1. Energiaallikas on
Energiavarasid võib liigitada kahel viisil. Üheks võimaluseks on liigitada neid taastuvateks ja Maailmas tervikuna rahuldab (25%, 40%, 60%) (*jooni alla õige vastus*) *4 punkti*

2. Grupeeri loetletud energiavarad: põlevkivi, maagaas, tuuleenergia, päikesekiirgus, biomassienergia, maasisene energia. Leia kummalegi grupile nimetus.

.....
.....
.....
.....

5 punkti

3. Too kolm põhjust, miks ei kasutata Eestis tuumaenergiat elektri saamiseks?

.....
.....
.....
.....

3 punkti

4. Millist küttealiiki kasutaksid Sa oma maja kütmiseks. Põhjenda oma valikut.

.....
.....
.....

3 punkti

Kokku 15 punkti

Lõpetamise kellaeg

Nimi (trükitähtedega)..... Kuupäev.....

Kool Alustamise kellaeg

Halogeenid

Variant I

Ringita õige vastus (5p).

- Halogeenid esinevad kaheaatomiliste molekulidena
 - Gaasilises olekus
 - Vedelas olekus
 - Tahkes olekus
 - Nii gaasilises, vedelas kui ka tahkes olekus
- Millises toodud ridadest on halogeenid paigutatud oksüdeerivate omaduste tugevnemise järjekorras?
 - Kloor jood fluor broom
 - Broom fluor jood kloor
 - Jood broom kloor fluor
 - Fluor kloor broom jood
- Halogeenide metallilised omadused kasvavad reas
 - Broom fluor jood kloor
 - Fluor kloor broom jood
 - Kloor jood fluor broom
 - Jood broom kloor fluor
- Milline vastusevariant kirjeldab kõige täpsemini kloori?
 - Värvuseta teravalõhnaline ja lämmatava toimega gaas
 - Kollakasroheline lämmatava toimega gaas
 - Rohekaskollane terava lõhnaga gaas
 - Kollakasroheline terava lõhnaga ja lämmatava toimega gaas
- Pleegitav toime on
 - Kuival klooril
 - Klooril vee manusel
 - Nii kuival klooril kui ka klooril vee manusel

Täida lüngad (7p).

- on normaaltingimustel kristalne aine. (1p)
- Raua reageerimisel broomiga tekib (1p)
- Naatriumkloriidi kasutatakse ja fluori kasutatakse..... (2p)
- Võrdle halogeenide reageerimist metallide ja mittemetallidega. Millised on sarnasused?(3p)

Lõpetamise kellaeg

Nimi (trükitähtedega)..... Kuupäev.....

Kool Alustamise kellaeg

Halogeenid

Variant II

Ringita õige vastus (5p).

- Halogeenid on vees
 - Hästi lahustuvad
 - Halvasti lahustuvad
 - Praktiliselt lahustumatud
 - Halogeenide lahustuvus vees on eri ainetel erinev
- Halogeenide mittemetallilised omadused kasvavad reas
 - Kloor jood fluor broom
 - Broom fluor jood kloor
 - Jood broom kloor fluor
 - Fluor kloor broom jood
- Millises vastustereas on halogeenid järjestatud õigesti molekuli mõõtmete kasvu järjekorras
 - Kloor jood fluor broom
 - Broom fluor jood kloor
 - Jood broom kloor fluor
 - Fluor kloor broom jood
- Milline vastusevariant kirjeldab kõige täpsemini broomi?
 - Punakaspruun terava lõhnaga vedelik, mis toatemperatuuril lendub pruuni auruna
 - Punakaspruun terava lõhnaga kristalne aine, mis toatemperatuuril sublimeerub pruuni auruna
 - Punakaspruun terava ärritava lõhnaga ja sööbiva toimega mürgine toatemperatuuril pruuni auruna lenduv vedelik
 - Punakaspruun sööbiva toimega lõhnata mürgine vedelik, mis toatemperatuuril lendub pruuni auruna
- Jooditinktuur kujutab endast
 - Joodi lahust vees
 - Joodi lahust etanoolis
 - Joodi lahust kaaliumjodiidis

Täida lüngad (7p).

- on normaaltingimustel vedelik (1p)
- Vesiniku reageerimisel klooriga tekib(1p)
- Kloori kasutatakse ja hõbebromiidi kasutatakse(2p).
- Võrdle halogeenide reageerimist metallide ja mittemetallidega. Millised on erinevused?.....(3p)

Lõpetamise kellaeg

Nimi (trükitähtedega)..... Kuupäev.....

Kool Alustamise kellaeg

Tegusõnade kokku- ja lahkukirjutamine

Variant I

1. Kirjuta lünka selgitus

Ühendtegesõna on

.....

2 punkti

2. Tõmba joon alla õigele variandile

Kui kesksõnaühend moodustab iseseisva omadussõna, siis kirjutatakse see kokku/lahku.

1 punkt

3. Kui sulgudes olevad sõnad tuleb kirjutada kokku, ühenda need kaarega. Kus vaja, kasuta sidekriipsu.

Jaan (ala hindab) sageli oma võimeid. Kavatsen ülehonne (ära sõita). Kui mees teiselt korruselt (alla tuli), olid külalised juba (pärale jõudnud). Pean selle teema õpilastele (lahti mõtestama). Jätkati teed kedagi (tähele panemata). (Edasi minnes) külastasime reisijatele mõeldud kauplust. Ikka ja jälle (kuri tarvitab) Mihkel Arno usaldust. Miks sa pead alati seltskonnast (kõrvale tõmbuma)? Töö (vastu võetud), lahkuti ruumist. Peetri vend (võttis osa) spordivõistlustest.

11 punkti

4. Põhjenda, miks kirjutatakse laiku väljend 'peolt vara lahkuma', kuid kokku 'varalahkunud inimene'.

.....

.....

.....

3 punkti

Kokku 17 punkti

Lõpetamise kellaeg

Nimi (trükitähtedega)..... Kuupäev.....

Kool Alustamise kellaaeg

Tegusõnade kokku- ja lahkukirjutamine
Variant II

1. Kirjuta lünka selgitus

Liittegusõna on

2 punkti

2. Tõmba joon alla õigele variandile

Kui küsimuseks on mida teeb?, mida tegi?, mida tehakse?, siis kirjutatakse tegusõna järgneva sõnaga kokku/lahku.

1 punkt

3. Kui sulgudes olevad sõnad tuleb kirjutada kokku, ühenda need kaarega. Kus vaja, kasuta sidekriipsu.

Homme ta hakkab (heli lindistama) oma esimest laulu. (Linna sõites) ületas auto lubatud kiirust. Kas sa ikka pead homme (ära lendama)? Olen (aru saanud), et sul oli õigus. Artur kohe peab (pead murdma) igasuguste imelike probleemidega. Ta näis (aru pidavat), mida (edasi teha). Rahasse (ümber arvestatuna) tegi see suure summa. Ta oleks pidanud (seal viibima), kui direktor (läbi astus). Ma pean selle loengu veel täna (ette valmistama).

11 punkti

4. Põhjenda, miks kirjutatakse lahu väljend 'laul võib südant liigutada', kuid kokku 'südantliigutav laul'.

.....
.....
.....

3 punkti

Kokku 17 punkti

Lõpetamise kellaaeg

Nimi (trükitähtedega)..... Kuupäev.....

Kool Alustamise kellaaeg

Katoliku kirik ja usupuhastus
Variant I

1) Seleta 1–2 lausega. (8p.)

- piiskop –

.....
.....

- sinod –

.....
.....

- liturgia –

.....
.....

- kabel-

.....
.....

-

2) Too välja 3 erinevust katoliikliku ja reformeeritud kiriku põhimõtetest. (6p.)

a.

b.

c.

3) Miks leidis reformatsioon linnakodanike seas kiirema poolehoiu kui maa-aadli hulgas? (3p)

.....
.....

Lõpetamise kellaaeg

Nimi (trükitähtedega)..... Kuupäev.....

Kool Alustamise kellaeg

Katoliku kirik ja usupuhastus
Variant II

1) Seleta 1–2 lausega. (8p.)

- toomkapiitel –

.....
.....

- missa –

.....
.....

- Johannes IV Kievel –

.....
.....

- tsistertsilased –

.....
.....

2) Too välja 3 põhjendust, miks reformatsioon siinsetel aladel nii laia kõlapinna leidis. (6p.)

a.

b.

c.

3) Miks kujunes Eestis usuvalu tõsikiristlikumaks kui see mujal oli? (3p)

.....
.....

Lõpetamise kellaeg

Nimi (trükitähtedega)..... Kuupäev.....

Kool Alustamise kellaeg

Uute teede otsingul

Variant I

1) Märki, kas järgnev väide on tõene (+) või väär(-) (5p).

- | | |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | 1930-ndate aastate alguses said Eesti talupidajad vilja eest kõrget hinda. |
| <input type="checkbox"/> | Töötute arv aastatel 1930–1932 suurenes. |
| <input type="checkbox"/> | Lätis möödus suur majanduskriis kergemini kui mujal riikides. |
| <input type="checkbox"/> | Parlamentarism muutus seoses majanduskriisiga senisest populaarsemaks. |
| <input type="checkbox"/> | Eesti Vabadussõjalaste Liidu põhiseadus taotles isikuvõimu suurenemist. |

2) Seleta 1–2 lausega (4p).

- vabadussõjalased –

.....
.....

- kihutuskirjandus –

.....
.....

3) Täida lüngad (3p).

Lätis oli Eesti vabadussõjalastega kõige paremini võrreldav organisatsioon
....., mis oli
ja mis ülistas

4) Kes oli Andres Larka (2p)?

.....
.....

5) Sa peaksid hääletama Vabadussõjalaste Liidu algatatud eelnõu poolt või vastu. Kuidas Sa hääletaksid ja miks? (3p)

.....
.....
.....

Lõpetamise kellaeg

Nimi (trükitähtedega)..... Kuupäev.....

Kool Alustamise kellaeg

Uute teede otsingul

Variant II

1) Märki, kas järgnev väide on tõene (+) või väär(-) (5p).

<input type="checkbox"/>	Tuhandeid Eesti talusid ähvardas 1930-ndate algul oksjonihaamer.
<input type="checkbox"/>	Lätis mõõdusid majanduskriisi aastad raskemini kui paljudes teistes riikides.
<input type="checkbox"/>	Ülemaailmne majanduskriis ei mõjutanud poliitikat.
<input type="checkbox"/>	Eesti Vabadussõjalaste Liit taotles presidendile õigust saada laiali Riigikogu.
<input type="checkbox"/>	Saksamaa kiitis 1933. aastal Eesti poliitilise valiku heaks.

2) Seleta 1–2 lausega (4p).

- Põllumeeste kogud –

.....
.....

- autoritaarne režiim –

.....
.....

3) Täida lüngad (3p).

Eesti Vabadussõjalaste Liidu eeskujuks oli(riik)
.....(organisatsioon), mis

4) Kes oli Artur Sirk (2p)?

.....
.....

5) Sa peaksid hääletama Vabadussõjalaste Liidu algatatud eelnõu poolt või vastu. Kuidas Sa hääletaksid ja miks? (3p)

.....
.....
.....

Lõpetamise kellaeg

Ankeet õpilasele elektrooniliste õpikute eksperimendis

1. Nimi (kirjutage trükitähedega)
2. Kool
3. Elektroonilise õpiku nimi
4. Tunni teema
5. Tõmmake ring ümber Teie hinnangut väljendavale
 - a) õppematerjali sisu oli

täiesti mõistetamatu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	täiesti arusaadav
----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-------------------
 - b) õppematerjali oli varasemalt

täiesti tundmatu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	täiesti tuntud
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----------------
 - c) õppematerjal oli

väga keeruline	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	väga lihtne
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-------------
 - d) õppematerjal oli

täiesti ebameeldiv	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	väga meeldiv
--------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------
 - e) õppematerjali esitatus oli

täiesti ebahuvitav	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	väga huvitav
--------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------
 - f) elektroonilise õpiku teema käsitlemine oli

väga keeruline	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	väga lihtne
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-------------
 - g) elektroonilise õpiku poolt pakutud enesekontrollivõimalused olid

täiesti sobimatud	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	täiesti asjakohased
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---------------------
6. Kuivõrd kasutasite kõiki teemaga seotud hüperlinke antud õppematerjali omandamiseks (ringitage sobiv vastus)
 - a) kõiki
 - b) mõnesid
 - c) üldse mitte
7. Kas kasutasite enesekontrolli antud õppematerjali omandamiseks?
 - a) jah
 - b) ei
8. Kas antud teema korral oli vajalik õpetajapoolne abi? Jah / Ei
 Kui jah, siis mitmel korral ja milliste probleemidega?

9. Kas antud elektroonilise õpiku teemal on eeliseid võrreldes tavaõppega?
 Ringitage palun sobiv vastus: Jah / Ei
 Kui jah, siis millised need on?

10. Antud õppematerjali oleks parem omandada (ringitage sobiv vastus)
 - a) õpikust
 - b) antud elektroonilise õpiku teema abil
 - c) õpikust ja täiendavaks materjaliks antud elektroonilise õpiku teema
 - d) õpetaja selgituste järgi
 - e)

Ekspereimendi läbiviimisjuhend klassiõpetajale inglise keele ja matemaatika drillprogrammidega

Püüame selgitada, millised omadused peavad olema efektiivsel drillprogrammil. Selleks palume Teie abi. Palume organiseerida eksperimendi jaoks maksimaalselt 20 minutit 19 inglise keele ja 18 matemaatika tundi.

Teie õpilaste individuaalseid tulemusi ega klassi keskmisi tulemusi kusagil ei avaldata. Me kasutame neid andmeid korrelatsioonide arvutamiseks õpiprogrammi iseloomustavate karakteristikute vahel. Katses osaleb kokku neli kooli. Kuigi ka ankeetküsitlus pole anonüümne, ei kasuta me neid andmeid koos konkreetse isikuga, vaid samuti ainult seoste arvutamiseks.

Katse üldine käik on järgmine: **Õppeaasta algul täidavad eksperimenterühma õpilased ja nende klassiõpetaja eelankeedi. Õpetaja kirjutab välja ka katses osalevate õpilaste nimekirja koos eelmise aasta matemaatika ja inglise keele veerandihinnetega ning lisab need katsematerjalidele.**

Vastavalt õpetaja töökavale õpitakse õppeaasta jooksul 19 sõnadekomplekti ja harjutatakse 18 matemaatika teemat erinevate õpiprogrammidega. **NB! Palume jälgida, et teemasid (nii matemaatikas kui ka inglise keeles) läbitaks etteantud õpiprogrammiga ja et inglise keele sõnu õpitaks etteantud järjekorras.** Töös iga drillprogrammiga on kavandatud 15 minutit ühest õppetunnist. **Kui vähegi võimalik, püüdke saavutada, et iga õpilane töötaks kõikide drillprogrammidega.**

Katse jooksul on palve klassiõpetajatel üles märkida katsega seotud tähelepanuväärsed juhtumised õpilastega (näiteks pilootkatse käigus LinguaLandi õpiprogrammiga poisid sisestasid meelega vale vastuse, et torud pauguga lõhkeks) ning õpilaste käitumise muutus (agressiivsus, enesekindlus, klassi omavahelised suhted jne). **Ekspereimendi lõpus (kõikide drillprogrammidega on õpilased töötanud) täidavad õpilased ja õpetaja lõppankeedi.**

Katse läbiviimiseks on koolides eel- ja järeltestid ning ankeetid õpilastele ja õpetajale, drillprogrammidega CD ja juhendid iga programmi kohta.

Konkreetselt näeks töö välja järgmine:

INGLISE KEEL

Õpetaja

- Tunni alguses tutvustab õpetaja õpitavaid sõnu (kirjutab tahvlile, hääldab ja laseb klassil hääldust järgi korrata, annab eestikeelse tähenduse ja laseb klassil lugeda inglise keelse sõna ja selle eestikeelse vaste).
- Seejärel jagab ta õpilastele eeltestid ja kui õpilased on need täitnud, korjab eeltestid kokku.
- Järgnevalt viib õpetaja õpilased arvutiklassi, kus aitab avada vastava drillprogrammi (võib ka eelnevalt avatud olla) ning paigutab õpilased arvutite taha.
- Ekspereimendi ajal kontrollib õpetaja, et õpilased ei suhtleks omavahel.

- ♦ Eksperimendi ajal ei tohi õpetaja vastata teema sisu puudutavatele küsimustele. Õpetaja võib juhendada õpilast vaid tehnilistes küsimustes (näiteks, kuidas saada uut sõna, kuidas alustada drilli uuesti jne).
- ♦ 15 minuti pärast aitab õpetaja õpilastel väljuda drillprogrammist ning jätkab oma tavatunniga.
- ♦ Järgmise tunni alguses (pärast vahetundi) jaotab õpetaja õpilastele järeltestid (jälgib, et **õpilased, kes tegid eeltesti I rea, teeks ka järeltesti I rea ja vastupidi**).
- ♦ Kui õpilane on andnud õpetajale täidetud järeltesti, annab õpetaja talle vastu ankeedi, mille samuti pärast täitmist kokku korjab. **NB! Kasutatud drillprogrammi nime ja teema kirjutab õpetaja tahvlile, et õpilased saaks seda oma ankeetidesse kirjutada.**
- ♦ Õpetaja võib vajadusel selgitada õpilastele ankeedi küsimusi.
- ♦ Õpetaja täidab õpetajatele mõeldud ankeetküsitluse antud drillprogrammi kohta. Kindlasti märkida sellele kuupäev ja kellaaeg, millal õpilased vastavat drillprogrammi kasutasid.
- ♦ Õpetaja võib testide tulemusi kasutada õpilaste hindamisel.

Õpilane

- ♦ Õpilane tutvub õpitavate sõnadega klassis, kordab nende häälduse õpetajale järele ning kordab inglise keelse sõna ja selle eestikeelse vaste.
- ♦ Õpilane täidab õpetajalt saadud eeltesti ja viib selle õpetajale.
- ♦ Õpilane harjutab sõnu vastava drillprogrammiga arvutiklassis, kus iga õpilane töötab üksinda ühe arvutiga.
- ♦ 15 minuti pärast väljub ta õpiprogrammist.
- ♦ Järgmise tunni alguses (pärast vahetundi) saab õpilane õpetajalt sõnade kontrollimiseks järeltesti.
- ♦ Viies ära järeltesti, saab õpilane õpetajalt ankeedi, mille ta täidab ja annab õpetajale.

Inglise keele drillprogrammide järjekord. Palume täpselt järgida!

1. EARTH WORDS
2. Early Spelling
3. Living Letters
4. Rosetta Stones
5. Hangman
6. Lingua Land (torud)
7. L. S. Phonics
8. Lingua Land (tuuker)
9. Rosetta Srones
10. Kid Spell
11. APSTest
12. My Friend
13. APSTest
14. Speller Quiz
15. Spelling Bee
16. Lingua Land (lilled)
17. Lingua Land (püss)
18. Kid Genius
19. APSTest

MATEMAATIKA

Õpetaja

- Tunni alguses jagab õpetaja õpilastele eeltestid ja korjab need kokku pärast seda kui õpilased on eeltestid täitnud.
- Järgnevalt viib õpetaja õpilased arvutiklassi, kus aitab avada vastava drillprogrammi (see võib ka eelnevalt avatud olla) vastava matemaatilise operatsiooniga ning paigutab õpilased arvutite taha (mõnede drillprogrammidega töötavad õpilased paariviisi, õpilaste paaridesse jagamise juhend on nende õpiprogrammide juhendi juures).
- Eksperimendi ajal kontrollib õpetaja, et õpilased ei suhtleks omavahel v.a. kui istutakse kahekesi ühe arvuti taga.
- Eksperimendi ajal ei tohi õpetaja vastata teema sisu puudutavatele küsimustele. Õpetaja võib juhendada õpilast vaid tehnilistes küsimustes (näiteks, kuidas alustada drilli uuesti või kuidas näha oma tulemust jne).
- 15 minuti pärast aitab õpetaja õpilastel väljuda drillprogrammist ning jätkab oma tavatunniga.
- Järgmise tunni (pärast vahetundi) alguses jaotab õpetaja õpilastele järeltestid (jälgib, et **õpilased, kes tegid eeltesti I rea, teeks ka järeltesti I rea ja vastupidi**).
- Kui õpilane on andnud õpetajale täidetud järeltesti, annab õpetaja talle vastu ankeedi, mille samuti pärast täitmist kokku korjab. **NB! Kasutatud drillprogrammi nime ja teema kirjutab õpetaja tahvlile, et õpilased saaks seda oma ankeetidesse kirjutada.**
- Õpetaja võib vajadusel selgitada õpilastele ankeedi küsimusi.
- Õpetaja täidab õpetajatele mõeldud ankeetküsitluse antud drillprogrammi kohta. Ankeedile märgib õpetaja kuupäeva ja kellaaja, millal õpilased antud drillprogrammi kasutasid.
- Õpetaja võib testide tulemusi kasutada õpilaste hindamisel.

Õpilane

- Õpilane saab tunni algul eeltesti. Ta täidab eeltesti ja viib selle õpetajale.
- Ta harjutab matemaatilisi operatsioone vastava drillprogrammiga arvutiklassis, kus iga õpilane töötab kas üksinda või paariviisi (sõltub programmist) ühe arvutiga.
- 15 minuti pärast väljub ta õpiprogrammist ja läheb tagasi oma tundi.
- Järgmise tunni algul (kohe pärast vahetundi) saab õpilane õpetajalt järeltesti, mille ta samuti täidab.
- Viies ära järeltesti, saab õpilane õpetajalt ankeedi, mille ta täidab ja annab õpetajale.

Matemaatikas palume järgida, et konkreetsed teemad läbitaks etteantud drillprogrammiga, kuid teemade järjekorda võib õpetaja muuta. Soovitav oleks, et teemat harjutatakse siis, kui see tuleb õppimisele tööplaani järgi.

Suur tänu Teile abi eest!

Jaan Mikk
Tartu Ülikool, Haridusteaduskond,
pedagoogika osakond, professor
E-mail: jmikk@ut.ee

Piret Luik
Tartu Ülikool, Haridusteaduskond,
pedagoogikaosakond, lektor
E-mail: piretluik@hotmail.ee

Drillprogrammide juhendite näidised

Juhend töötamiseks programmiga Living Letters.

- Õpiprogramm asub kataloogis LIVINGSW ja käivitub failiga llabc30.exe.

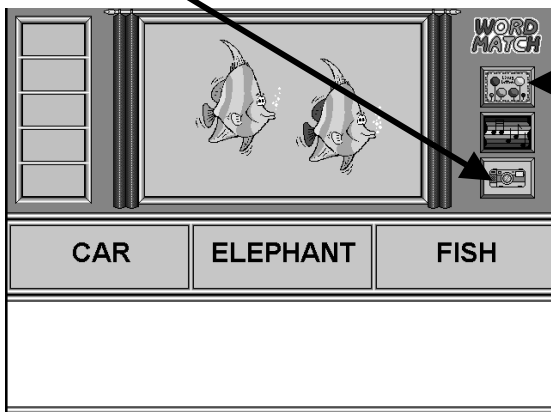


llabc30.exe

- Vajutada Enter kuni ilmub õpiprogrammi menüü. Valida Word lion Match.



- Ilmub pilt ja alla kolm sõna, millest õpilane peab leidma õige (mitte valida enne kui hiire nool on muutunud osutavaks sõrmeks). Kui õpilane valib vale vastuse, kaob see valikust. Õige vastuse korral ilmub vasakule õhupall ja alla suurelt pildile vastav sõna. Uue pildi saamiseks vajutada paremal olevale fotoaparaadi kujutisele.



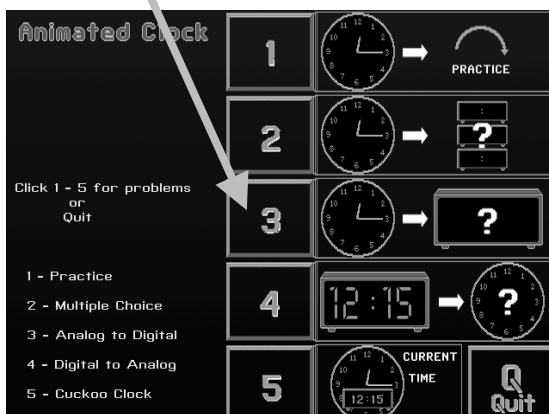
- Kui 5 õiget vastust on käes, ilmub alla laste pilt ja uue drilli alustamiseks peab õpilane vajutama paremal ekraani ääres olevale õhupallide kujutisele.
- Õpiprogrammist väljumiseks paremal ülal olev õhupallidega kujutis ja programmi menüülehelte Quit.

Kellatundmine minutilise täpsusega Juhend töötamiseks programmiga Animated Clock

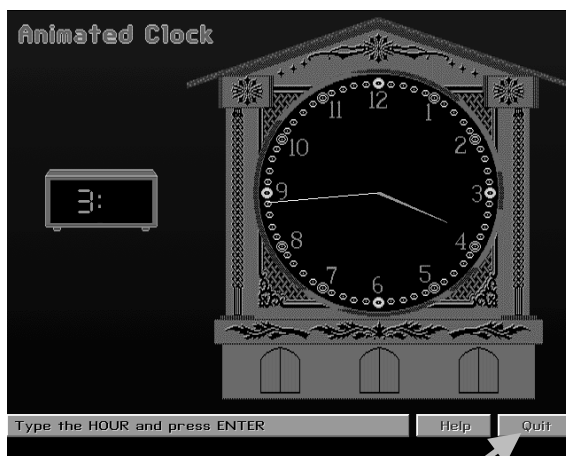
- Õpiprogramm asub kataloogi clock alamkataloogis clockshr ja käivitub failiga Aclock.



- Drillprogrammi käivitamiseks vajutada nupul Start the Game! Ilmub valik, millest valida ülesande tüüp 3.



- Järgmisest valikust (kella täpsus) valida 5 (minutiline täpsus).
- Ilmub kell ja õpilane peab sisestama minutilise täpsusega õige kellaaja kujul tunnid : minutid. Kui tunnid on sisestatud, siis vajutada Enter, et saaks hakata sisestama minuteid.



- Programmist väljumiseks vajutada nuppu Quit.

Drillprogrammide eksperimentis kasutatud testide näited

Kolmekohaliste arvude liitmine

Variant I

Nimi

Kool

382+97

205+250

493+143

487+169

205+287

461+155

425+21

388+245

187+31

89+206

322+251

14+427

240+347

448+63

340+478

60+385

406+123

153+407

304+24

158+326

aeg

Kolmekohaliste arvude liitmine

Variant II

Nimi

Kool

491+87

306+360

383+153

476+178

304+297

452+166

421+25

377+236

178+41

78+307

232+262

13+438

230+437

457+54

430+387

50+495

304+222

164+306

405+32

166+317

aeg

Living Letters

Variant I

Nimi

Kool

Tõlgi inglise keelde

kotkas

lennuk

nool

beebi

auto

lehm

Tõlgi eesti keelde

ferry

boat

ace

fish

dog

elephant

aeg

Living Letters

Variant II

Nimi

Kool

Tõlgi inglise keelde

paat

koer

elevant

praam

kala

äss

Tõlgi eesti keelde

arrow

car

baby

cow

airplane

eagle

aeg

Ankeet õpilastele drillprogrammide eksperimentis

1. Nimi

2. Kool

3. Drillprogrammi nimi ja teema

4. Palun anna hinnang 10-palli süsteemis sellele drillprogrammi osale, mida kasutasid (juhul, kui drillprogrammis näiteks heli ei kasutatud, jäta antud küsimusele vastamata)

a) Kuidas Sulle see drillprogrammi osa meeldis?

ei meeldinud üldse 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 meeldis väga

b) Kui lõbus oli selle abil õppida?

polnud üldse lõbus 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 oli väga lõbus

c) Kui lihtne oli selle abil õppida?

väga keeruline 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 väga lihtne

d) Kui huvitav oli selle abil õppida?

täiesti ebahuvitav 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 väga huvitav

e) Kui kerge oli vastuseid drillprogrammis sisestada?

väga keeruline 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 väga kerge

f) Kuidas Sulle meeldis selle drillprogrammi kujundus?

ei meeldinud üldse 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 meeldis väga

g) Kuidas Sulle meeldis selle drillprogrammi heli?

ei meeldinud üldse 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 meeldis väga

h) Kuidas Sulle meeldisid selle drillprogrammi värvid?

ei meeldinud üldse 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 meeldis väga

i) Kuidas Sulle meeldis selle drillprogrammi reageering Sinu vastustele?

ei meeldinud üldse 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 meeldis väga

5. Palun kirjuta järgnevate küsimuste taha kas 'jah', 'ei tea' või 'ei'.

a) Kas Sa tahaksid selle drillprogrammi abil veel õppida?

b) Kas selle drillprogrammiga õppimine on parem kui klassis õppimine?

c) Kas selle drillprogrammiga õppimine on huvitavam kui klassis õppimine?

d) Kas see drillprogramm oli Sinu jaoks liiga kiire?

e) Kas arvuti abil vastamine oli Sinu jaoks liiga raske?

f) Kas selle drillprogrammiga õppimine oli kui mäng?

g) Kas Sa võtsid seda drillprogrammi kui võistlust?

h) Kas Sulle meeldis, et teised ei saa teada, kui valesti vastad?

i) Kas Sul tekkis tunne, et Sa ei võida arvutit nagunii?

j) Kas Sulle meeldis, et arvuti ei pahanda ega vihastu kunagi?

6. Kui Sul on valida, kas Sind kontrollib õpetaja või antud drillprogramm, kumma Sa valiksid?

.....
Miks?
.....
.....
.....

7. Mis oli selles õpiprogrammis kõige huvitavam (lõbusam, toredam...)?

.....
.....
.....

9. Palun anna hinnang enda arvutikasutusoskustele (1-väga halb, 2-halb, 3-rahuldav, 4-hea, 5-väga hea)

- | | |
|-------------------------------------|-------|
| a) klaviatuurilt trükkimisoskus | |
| b) hiire käsitlemise oskus | |
| c) arvuti sisse- ja väljalülitamine | |
| d) programmide käivitamine | |
| e) arvutis joonistamine | |
| f) arvuti teadete mõistmine | |
| g) klaviatuuri tundmine | |

Ringita sobiv vastus

10. Tunned, et oskad arvutit

- | | | |
|----------------|----------------|------------------|
| a) väga hästi | b) hästi | c) ei oska öelda |
| d) mitte eriti | e) üldse mitte | |

11. Suuliselt klassi ees vastata

- | | | |
|--------------------|--------------------|------------------|
| a) meeldib väga | b) meeldib natuke | c) ei oska öelda |
| d) ei meeldi eriti | e) üldse ei meeldi | |

12. Suuliselt klassis vastata

- | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|
| a) ei karda üldse | b) ei karda eriti | c) ei oska öelda |
| d) kardad veidi | e) kardad väga | |

13. Ebaõnnestumisi

- | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|
| a) ei karda üldse | b) ei karda eriti | c) ei oska öelda |
| d) kardad veidi | e) kardad väga | |

Lõppankeet õpilastele drillprogrammide eksperimendis

1. Nimi

2. Kool

Ringita sobiv vastus

3. Arvuti kasutamine

- | | | |
|--------------------|--------------------|------------------|
| a) meeldib väga | b) meeldib natuke | c) ei oska öelda |
| d) ei meeldi eriti | e) üldse ei meeldi | |

4. Arvutiga mängida

- | | | |
|--------------------|--------------------|------------------|
| a) meeldib väga | b) meeldib natuke | c) ei oska öelda |
| d) ei meeldi eriti | e) üldse ei meeldi | |

5. Arvutiga õppida koolis

- | | | |
|--------------------|--------------------|------------------|
| a) meeldib väga | b) meeldib natuke | c) ei oska öelda |
| d) ei meeldi eriti | e) üldse ei meeldi | |

6. Arvutiga õppida kodus

- | | | |
|--------------------|--------------------|------------------|
| a) meeldib väga | b) meeldib natuke | c) ei oska öelda |
| d) ei meeldi eriti | e) üldse ei meeldi | |

7. Kas Sa tahaksid edaspidigi koolis matemaatika õppimiseks arvutit kasutada

- | | | |
|----------------|----------------|------------------|
| a) kindlasti | b) mõnikord | c) ei oska öelda |
| d) mitte eriti | e) üldse mitte | |

8. Kas Sa tahaksid edaspidigi koolis inglise keele õppimiseks arvutit kasutada

- | | | |
|----------------|----------------|------------------|
| a) kindlasti | b) mõnikord | c) ei oska öelda |
| d) mitte eriti | e) üldse mitte | |

9. Kas Sa tahaksid koolis ka teiste ainete õppimiseks arvutit kasutada

- | | | |
|----------------|----------------|------------------|
| a) kindlasti | b) mõnikord | c) ei oska öelda |
| d) mitte eriti | e) üldse mitte | |

10. Tunned, et oskad arvutit võrreldes kooliaasta algusega

- | | | |
|-------------------|--------------------|------------------|
| a) palju paremini | b) paremini | c) ei oska öelda |
| d) halvemini | e) palju halvemini | |

11. Võrreldes kooliaasta algusega tunned end arvuti ees

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|------------------|
| a) palju kindlamalt | b) natuke kindlamalt | c) ei oska öelda |
| d) mitte eriti kindlamalt | e) üldse mitte kindlamalt | |

12. Palun anna hinnang enda arvutikasutusoskustele (1-väga halb, 2-halb, 3-rahuldav, 4-hea, 5-väga hea)

- a) klaviatuurilt trükkimisoskus
- b) hiire käsitlemise oskus
- c) arvuti sisse- ja väljalülitamine
- d) programmide käivitamine
- e) arvuti joonistamine
- f) arvuti teadete mõistmine
- g) klaviatuuri tundmine

Ringita sobiv vastus

13. Suuliselt klassi ees vastata

- a) meeldib väga
- b) meeldib natuke
- c) ei oska öelda
- d) ei meeldi eriti
- e) üldse ei meeldi

14. Suuliselt klassis vastata

- a) ei karda üldse
- b) ei karda eriti
- c) ei oska öelda
- d) kardad veidi
- e) kardad väga

15. Ebaõnnestumisi

- a) ei karda üldse
- b) ei karda eriti
- c) ei oska öelda
- d) kardad veidi
- e) kardad väga

AITÄHH SULLE OSALEMAST!

Spearmani astakkorrelatsioonid elektrooniliste õpikute karakteristikute ja korrigeeritud järeltesti tulemuste vahel

Karakteristik		Korrelatsioon	
		korrigeeritud järeltestiga	
Number	Karakteristiku nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
100	Interneti kasutamine	0,31	0,07
101	Tiitellehe olemasolu	-0,05	0,80
102	Tiitellehe atraktiivsus	-0,14	0,48
104	Tiitellehelt saab väljuda	0,05	0,78
105	Tiitelleht animeeritud	-0,31	0,10
106	Tiitelleht heliga	0,20	0,26
109	Tiitellehel juhised jätkamiseks	0,21	0,27
110	Tiitellehe tihedus	0,27	0,16
111	Juhtnöörid	-0,24	0,17
112	Juhtnöörid kogu aeg saadaval	0,02	0,93
113	Juhtnööridesse minekuks vajalike operatsioonide arv	-0,26	0,31
115	Juhtnöörid liigendatud	0,26	0,31
118	Kasutaja identifitseerimine	-0,32	0,06
121	Olemasolevate menüüde arv	0,26	0,13
122	Teema läbimisel kasutatavate menüüde arv	0,28	0,11
125	Rippmenüüde olemasolu	-0,02	0,93
126	Rippmenüüde arv	0,31	0,07
127	Paneelmenüüde olemasolu	0,27	0,12
128	Paneelmenüüde arv	0,27	0,12
129	Algmenüüsse liikumiseks vajalike klahvivajutuste arv	0,12	0,49
131	Menüüd hierarhilised	-0,14	0,44
133	Menüüs teemaga seotud valikute arv	-0,05	0,77
135	Menüüs olemas väljumine	0,02	0,93
136	Menüüs võimalik liikuda klaviatuuriga	0,02	0,93
138	Klahvikombinatsioonide arv	-0,27	0,12
139	Menüüs terminite protsent	-0,24	0,16
141	Alammenüüs terminite protsent	-0,27	0,12
143	Otsingumootori olemasolu	-0,29	0,09
144	Järjehoidjate ja tagasi-nupu olemasolu	0,41	0,01
146	Sisukord kogu aeg nähtaval	0,19	0,28
147	Alamsisukord kogu aeg nähtaval	0,27	0,12
148	Juhtimismeetodeid kokku	0,20	0,26
1481	Nuppude arv	0,28	0,10
149	Üldtuntud juhtimismeetodite protsent	0,29	0,09

Number	Karakteristiku nimi	Korrelatsioon	
		korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
1491	Üldtuntud nuppude protsent	0,35	0,04
150	Icoonide arv	0,02	0,90
151	Üldtuntud ikoonide protsent	0,36	0,03
152	Viipadega nuppude ja ikoonide protsent	0,31	0,07
153	Kinnitusega nuppude ja ikoonide protsent	0,16	0,35
154	Hüperlinkide arv	-0,35	0,04
1541	Hüperlinkide protsent	-0,29	0,09
155	Nähtavate hüperlinkide protsent	0,25	0,15
156	Kursori muutusega hüperlinkide protsent	0,41	0,01
157	Viipadega hüperlinkide protsent	0,09	0,59
158	Märkimisega hüperlinkide protsent	0,25	0,16
159	Funktsioonipiirkond defineeritud	-0,05	0,80
161	Juhtimismeetodite ebastabiilsus	0,19	0,28
162	Juhtimismeetodite liikide arv	-0,14	0,43
163	Orienteerumisvahendite olemasolu	0,13	0,44
164	Korraga avatavate akende arv	0,20	0,25
167	Teostuse huvitavus	-0,25	0,15
169	Individuaalse liikumistee võimalus	-0,26	0,13
170	Valikute arv	-0,21	0,22
173	Seos igapäevaeluga	-0,07	0,67
174	Arvuti võimaluste ärakasutamine	-0,28	0,11
200	Teksti esituspikkus täheruumides	0,04	0,84
201	Maksimaalne reapikkus	0,32	0,06
202	Teksti kontsentratsioon	0,35	0,04
203	Info kontsentratsioon	0,35	0,04
204	Sümbolite protsent tekstis	-0,29	0,09
205	Valemite protsent tekstis	-0,15	0,39
206	Defineeritud lühendite protsent tekstis	0,13	0,47
207	Defineerimata lühendite protsent tekstis	-0,16	0,34
208	9 ja enamtäheliste sõnade protsent tekstis	-0,19	0,28
209	Terminite arv tekstis	-0,14	0,42
210	Terminite protsent tekstis	-0,43	0,01
211	Teksti terminilisus	-0,48	0,00
212	Teksti abstraktsus	0,00	0,99
213	Lause keskmine pikkus	0,18	0,29
214	Kerimisvõimalus	0,41	0,01
215	Võimalus kasutada klahve PgDn ja PgUp	0,29	0,09
216	Võimlik kasutada tekstis nii kerimist kui ka klaviatuuri	0,27	0,12
218	Info raamis	-0,37	0,03
221	Teksti suurus	-0,15	0,39

Karakteristik		Korrelatsioon korrigeeritud järeldestiga	
Number	Karakteristiku nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
223	Reavahe	0,27	0,12
226	Materjal osadeks jaotatud	-0,21	0,21
227	Materjali loogiline ülesehitus	0,04	0,80
228	Materjalis seosed osade vahel	-0,11	0,54
229	Materjalis oluline eristatud	0,24	0,16
230	Allajoonitud teksti protsent	0,26	0,14
231	Paksus trükikirjas teksti protsent	0,22	0,21
232	Kaldkirjas teksti protsent	-0,35	0,04
234	Suurtähtedes teksti protsent	0,14	0,41
235	Materjali konkreetsus	0,07	0,67
237	Automaatne üleminek järgmisele teemale	0,08	0,67
240	Analoogiad	0,34	0,05
241	Näited	0,20	0,26
243	Tekstis esinevate grammatikavigade arv	0,18	0,31
244	Graafika liikide arv	-0,10	0,57
245	Kokku graafikat ja videot teemas	-0,24	0,17
246	Lihtsustatud illustratsioonide arv	-0,15	0,40
247	Illustratsioonid arv	0,25	0,14
248	Tabelite arv	-0,08	0,67
249	Graafikute arv	0,09	0,60
250	Animatsioonide arv	-0,31	0,07
251	Fotode arv	0,18	0,31
251 1	Kolmemõõtmeliste jooniste arv	-0,27	0,12
252	Kolmemõõtmeliste jooniste protsent kogu graafikast	-0,23	0,24
253	Videote arv	-0,52	0,00
256	Skeemide arv	0,02	0,93
257	Meedialekkide arv	-0,11	0,53
258	Esitusviiside arv	-0,13	0,45
260	Graafika ja video protsent, mis on esitatud samaaegselt tekstiga	-0,48	0,01
260 1	Graafika ja video protsent, mis on esitatud samaaegselt liigse tekstiga	-0,61	0,00
260 2	Graafika ja video protsent, mis on esitatud samaaegselt täiendava tekstiga	-0,20	0,32
261	Graafika protsent, millel pealkirjad olemas	0,08	0,72
262	Graafikaga antud esitus	-0,25	0,19
264	Graafikaga antud materjali organiseerimine	0,24	0,20
270	Teemas maksimaalselt korraka kasutatud värve	-0,09	0,62
271	Värvidega kodeerimine	0,27	0,11
300	Enesekontrollis küsimused iga teema kohta eraldi	-0,12	0,50

Karakteristik		Korrelatsioon	
		korregeeritud järeldestiga	
Number	Karakteristiku nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
303	Enesekontrollis küsimuse tasemete arv	-0,02	0,92
304	Enesekontrollis saab valida küsimuste arvu	-0,52	0,00
305	Teema kohta esitatud küsimuste arv enesekontrollis	-0,26	0,14
306	Mitmeks osaks ekraan enesekontrollis jaotatud	-0,15	0,41
307	Kõikidele enesekontrolli küsimustele peab vastama	-0,02	0,92
309	Valikvastustega küsimuste protsent enesekontrollis	-0,13	0,47
310	Tõene/väär küsimuste protsent enesekontrollis	-0,16	0,37
311	Sobitamisküsimuste protsent enesekontrollis	0,10	0,56
312	Vabavastuseliste küsimuste protsent enesekontrollis	0,17	0,33
315	Küsimustes liikumiseks kerimisvõimalus	-0,24	0,17
316	Graafika kui küsimuse kontekst	-0,11	0,55
318	Enesekontrollis toodud küsimuste olulisus	0,26	0,14
319	Enesekontrollis vastamine klaviatuuriga	-0,07	0,71
320	Enesekontrollis vastamine hiirega	-0,20	0,25
321	Vastamiseks hiirega ekraanil objektide vedamine	0,05	0,79
322	Olemas juhend vastamiseks	0,07	0,71
325	Vastamiseks vajaminevate maksimaalsete operatsioonide arv	0,32	0,10
333	Tagasiside komplekssus	-0,16	0,37
337	Pakutakse korrektiivset tagasisidet	0,31	0,07
338	Tagasisidena antakse õigete vastuste protsent	0,18	0,31
340	Tagasisidena teatatakse vastamiskiirus	0,15	0,39
342	Vale vastuse korral antakse uus vastamisvõimalus	-0,40	0,03
345	Pakutakse positiivset tagasisidet	-0,09	0,60
346	Õige vastuse tagasisidena on kiitus	-0,37	0,03

Spearmani astakkorrelatsioonid elektrooniliste õpikute karakteristikute ja korrigeeritud järelesti tulemuste vahel sugude lõikes

Karakteristik		Korrelatsioon poiste korrigeeritud järelestiga		Korrelatsioon tüdrukute korrigeeritud järelestiga	
Number	Karakteristiku nimi	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo
100	Interneti kasutamine	0,15	0,37	0,39	0,02
101	Tiitellehe olemasolu	-0,13	0,47	0,09	0,61
102	Tiitellehe atraktiivsus	0,05	0,80	-0,15	0,42
104	Tiitellehelt saab väljuda	-0,19	0,34	0,03	0,87
105	Tiitelleht animeeritud	0,00	1,00	-0,33	0,08
106	Tiitelleht heliga	0,22	0,21	0,14	0,44
109	Tiitellehel juhised jätkamiseks	0,00	1,00	0,18	0,35
110	Tiitellehe tihedus	-0,01	0,97	0,24	0,21
111	Juhtnöörid	-0,16	0,35	-0,22	0,21
112	Juhtnöörid kogu aeg saadaval	-0,19	0,28	0,06	0,71
113	Juhtnööridesse minekuks vajalike operatsioonide arv	0,16	0,54	-0,24	0,36
115	Juhtnöörid liigendatud	-0,16	0,54	0,24	0,36
118	Kasutaja identifitseerimine	-0,06	0,71	-0,31	0,07
121	Olemasolevate menüüde arv	0,17	0,32	0,34	0,05
122	Teema läbimisel kasutatavate menüüde arv	0,04	0,82	0,39	0,02
125	Rippmenüüde olemasolu	0,19	0,28	-0,06	0,71
126	Rippmenüüde arv	0,22	0,20	0,34	0,05
127	Paneelmenüüde olemasolu	-0,01	0,97	0,37	0,03
128	Paneelmenüüde arv	-0,01	0,97	0,37	0,03
129	Algmenüüsse liikumiseks vajalike klahvivajutuste arv	0,06	0,73	0,14	0,44
131	Menüüd hierarhilised	-0,01	0,95	-0,08	0,65
133	Menüüs teemaga seotud valikuid	-0,07	0,71	-0,05	0,79
135	Menüüs olemas väljumine	-0,19	0,28	0,06	0,71
136	Menüüs võimalik liikuda klaviatuuriga	-0,19	0,28	0,06	0,71
138	Klahvikombinatsioonide arv	-0,01	0,95	-0,27	0,12
139	Menüüs terminite protsent	-0,04	0,84	-0,31	0,07

Karakteristik		Korrelatsioon poiste korrigeeritud järetestiga		Korrelatsioon tüdrukute korrigeeritud järetestiga	
Number	Karakteristiku nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
141	Alammenüüs terminite protsent	-0,36	0,04	-0,25	0,14
143	Otsingumootori olemasolu	-0,12	0,50	-0,24	0,17
144	Järjehoidjate ja tagasi-nupu olemasolu	0,29	0,10	0,39	0,02
146	Sisukord kogu aeg nähtaval	0,14	0,44	0,20	0,26
147	Alamsisukord kogu aeg nähtaval	-0,01	0,97	0,37	0,03
148	Juhtimismeetodeid kokku	0,10	0,59	0,29	0,09
1481	Nuppude arv	0,07	0,70	0,36	0,03
149	Üldtuntud juhtimismeetodite protsent	0,12	0,51	0,24	0,16
1491	Üldtuntud nuppude protsent	0,02	0,94	0,36	0,05
150	Icoonide arv	0,14	0,41	0,04	0,80
151	Üldtuntud ikoonide protsent	0,16	0,40	0,30	0,10
152	Viipadega nuppude ja ikoonide protsent	0,22	0,20	0,28	0,11
153	Kinnitusega nuppude ja ikoonide protsent	-0,01	0,97	0,17	0,33
154	Hüperlinkide arv	-0,16	0,37	-0,35	0,04
1541	Hüperlinkide protsent	-0,15	0,40	-0,31	0,06
155	Nähtavate hüperlinkide prot- sent	0,19	0,28	0,22	0,21
156	Kursori muutusega hüper- linkide protsent	0,29	0,10	0,39	0,02
157	Viipadega hüperlinkide protsent	-0,01	0,94	0,17	0,32
158	Märkimisega hüperlinkide protsent	0,21	0,23	0,19	0,27
159	Funktsioonipiirkond defineeritud	-0,13	0,47	0,09	0,61
161	Juhtimismeetodite ebastabiilsus	0,14	0,44	0,20	0,26
162	Juhtimismeetodite liikide arv	-0,24	0,16	-0,04	0,84
163	Orienteerumisvahendite olemasolu	-0,12	0,51	0,24	0,16
164	Korruga avatavate akende arv	0,14	0,41	0,20	0,24

Karakteristik		Korrelatsioon poiste korrigeeritud järetestiga		Korrelatsioon tüdrukute korrigeeritud järetestiga	
Number	Karakteristiku nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
167	Teostuse huvitavus	-0,10	0,55	-0,21	0,24
169	Individuaalse liikumistee võimalus	-0,04	0,84	-0,27	0,11
170	Valikute arv	-0,06	0,73	-0,21	0,22
173	Seos igapäevaeluga	0,12	0,47	-0,11	0,52
174	Arvuti võimaluste ärakasutamine	-0,03	0,88	-0,29	0,10
200	Teksti esituspikkus täheruumides	-0,03	0,87	0,12	0,47
201	Maksimaalne reापikkus	0,22	0,20	0,25	0,15
202	Teksti kontsentratsioon	0,23	0,19	0,30	0,08
203	Info kontsentratsioon	0,25	0,14	0,29	0,09
204	Sümbolite protsent tekstis	-0,32	0,06	-0,22	0,21
205	Valemite protsent tekstis	-0,31	0,07	-0,04	0,82
206	Defineeritud lühendite protsent tekstis	0,04	0,83	0,14	0,43
207	Defineerimata lühendite protsent tekstis	-0,06	0,74	-0,19	0,27
208	9 ja enamatäheliste sõnade protsent tekstis	0,02	0,90	-0,23	0,19
209	Terminite arv tekstis	-0,09	0,60	-0,09	0,59
210	Terminite protsent tekstis	-0,37	0,03	-0,40	0,02
211	Teksti terminilisus	-0,39	0,02	-0,50	0,00
212	Teksti abstraktsus	-0,04	0,80	-0,04	0,82
213	Lause keskmine pikkus	0,22	0,21	0,14	0,44
214	Kerimisvõimalus	0,29	0,10	0,39	0,02
215	Võimalus kasutada klahve PgDn ja PgUp	0,12	0,50	0,24	0,17
216	Võimalus kasutada tekstis liikumiseks nii kerimist kui ka klaviatuuri	0,24	0,16	0,18	0,30
218	Info raamis	-0,20	0,26	-0,42	0,01
221	Teksti suurus	-0,07	0,70	-0,22	0,20
223	Reavahe	0,13	0,45	0,35	0,04
226	Materjal osadeks jaotatud	-0,07	0,68	-0,18	0,29

Karakteristik		Korrelatsioon poiste korrigeeritud järeldestiga		Korrelatsioon tüdrukute korrigeeritud järeldestiga	
Number	Karakteristiku nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
227	Materjali loogiline ülesehitus	0,05	0,78	0,04	0,83
228	Materjalis seosed osade vahel	-0,08	0,63	-0,07	0,69
229	Materjalis oluline eristatud	0,22	0,21	0,17	0,33
230	Allajoonitud teksti protsent	0,22	0,21	0,21	0,23
231	Paksus trükikirjas teksti protsent	0,19	0,27	0,16	0,37
232	Kaldkirjas teksti protsent	-0,18	0,30	-0,37	0,03
234	Suurtähtedes teksti protsent	0,11	0,54	0,10	0,57
235	Materjali konkreetsus	-0,07	0,70	0,15	0,39
237	Automaatne üleminek järgmisele teemale	-0,15	0,39	0,16	0,37
240	Analoogiad	0,15	0,38	0,42	0,01
241	Näited	0,25	0,14	0,09	0,59
243	Tekstis esinevate grammatikavigade arv	0,02	0,91	0,15	0,38
244	Graafika liikide arv	-0,04	0,80	-0,01	0,95
245	Kokku graafikat ja videot teemas	-0,17	0,34	-0,14	0,41
246	Lihtsustatud illustratsioonide arv	-0,23	0,18	-0,15	0,38
247	Illustratsioonid arv	0,13	0,46	0,32	0,06
248	Tabelite arv	-0,13	0,47	-0,09	0,63
249	Graafikute arv	0,13	0,45	0,06	0,73
250	Animatsioonide arv	-0,13	0,45	-0,28	0,11
251	Fotode arv	0,10	0,55	0,30	0,08
2511	Kolmemõõtmeliste jooniste arv	-0,14	0,44	-0,18	0,30
252	Kolmemõõtmeliste jooniste protsent kogu graafikast	-0,03	0,89	-0,19	0,33
253	Videote arv	-0,21	0,23	-0,54	0,00
256	Skeemide arv	-0,08	0,65	0,12	0,50
257	Meedialiikide arv	0,10	0,56	0,08	0,64
258	Esitusviiside arv	-0,21	0,23	-0,06	0,75
260	Graafika ja video protsent, mis on esitatud samaaegselt tekstiga	-0,32	0,09	-0,49	0,01

Karakteristik		Korrelatsioon poiste korrigeeritud järeldestiga		Korrelatsioon tüdrukute korrigeeritud järeldestiga	
Number	Karakteristiku nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
2601	Graafika ja video protsent, mis on esitatud samaaegselt liigse tekstiga	-0,35	0,05	-0,59	0,00
2602	Graafika ja video protsent, mis on esitatud samaaegselt täiendava tekstiga	-0,21	0,28	-0,19	0,33
261	Graafika protsent, millel pealkirjad olemas	0,17	0,44	0,08	0,71
262	Graafikaga antud esitus	-0,02	0,93	-0,30	0,11
264	Graafikaga antud materjali organiseerimine	0,14	0,47	0,27	0,16
270	Teemas maksimaalselt korraga kasutatud värve	0,05	0,79	-0,01	0,94
271	Värvidega kodeerimine	0,14	0,43	0,32	0,06
300	Enesekontrollis küsimused iga teema kohta eraldi	0,11	0,53	-0,23	0,19
310	Tõene/väär küsimuste protsent enesekontrollis	-0,17	0,32	-0,21	0,23
311	Sobitamisküsimuste protsent enesekontrollis	0,24	0,17	-0,01	0,98
312	Vabavastuseliste küsimuste protsent enesekontrollis	0,12	0,50	0,14	0,43
315	Küsimustes liikumiseks kerimisvõimalus	0,17	0,34	0,25	0,15
316	Graafika kui küsimuse kontekst	-0,14	0,43	-0,11	0,52
318	Enesekontrollis toodud küsimuste olulisus	0,15	0,40	-0,15	0,40
319	Enesekontrollis vastamine klaviatuuriga	-0,19	0,28	-0,09	0,63
320	Enesekontrollis vastamine hiirega	-0,16	0,37	-0,17	0,32
321	Enesekontrollis vastamiseks vajalik hiirega ekraanil objektide vedamine	0,14	0,41	-0,02	0,92
322	Olemas juhend vastamiseks	0,01	0,95	0,00	1,00
325	Vastamiseks vajaminevate maksimaalsete operatsioonide arv	0,12	0,55	0,35	0,06

Karakteristik		Korrelatsioon poiste korrigeeritud järetestiga		Korrelatsioon tüdrukute korrigeeritud järetestiga	
Number	Karakteristiku nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
3331	Tagasiside kompleksus	0,16	0,38	0,10	0,57
337	Pakutakse korrigeeritud tagasisidet	0,22	0,21	0,29	0,09
338	Tagasisidena antakse õigete vastuste protsent	0,07	0,69	0,11	0,54
340	Tagasisidena teatakse vastamiskiirus	-0,03	0,88	0,18	0,54
342	Vale vastuse korral antakse uus võimalus vastamiseks	-0,03*	0,89	-0,57*	0,00
345	Positiivne tagasiside	0,09	0,63	-0,13	0,46
346	Õige vastuse tagasisidena on kiitus	-0,05*	0,78	-0,49*	0,00

Paksus trükikirjas toodud korrelatsioonid on statistiliselt olulised olulisusnivool 0,05

* Korrelatsioonid poiste ja tüdrukute korrigeeritud järetesti tulemusega statistiliselt oluliselt erinevad olulisuse nivool 0,05.

** korrelatsioonid poiste ja tüdrukute korrigeeritud järetestide tulemustega statistiliselt oluliselt erinevad olulisuse nivool 0,01

Spearmani astakorrelatsioonid elektrooniliste õpikute karakteristikute ja korrigeeritud järeltesti tulemuste vahel õpilaste akadeemilise edukuse lõikes

Nr	Karakteristiku nimi	Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltestiga		Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltestiga	
		korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo
100	Interneti kasutamine	0,40	0,02	0,05	0,79
101	Tiitellehe olemasolu	0,21**	0,23	-0,31**	0,07
102	Tiitellehe atraktiivsus	-0,05	0,81	-0,08	0,69
104	Tiitellehelt saab väljuda	-0,31	0,11	0,28	0,14
105	Tiitelleht animeeritud	-0,13	0,49	-0,09	0,63
106	Tiitelleht heliga	0,22	0,21	0,08	0,64
109	Tiitellehel juhised jätkamiseks	-0,20**	0,29	0,54**	0,00
110	Tiitellehe tihedus	-0,19**	0,32	0,63**	0,00
111	Juhtnöörid	-0,21	0,23	-0,04	0,82
112	Juhtnöörid kogu aeg saadaval	-0,26	0,13	0,18	0,31
113	Juhtnööridesse minekuks vajalike operatsioonide arv	0,26	0,31	-0,37	0,15
115	Juhtnöörid liigendatud	-0,26	0,31	0,37	0,15
118	Kasutaja identifitseerimine	-0,02	0,93	-0,33	0,06
121	Olemasolevate menüüde arv	0,46**	0,01	-0,17**	0,34
122	Teema läbimisel kasutatavate menüüde arv	0,23	0,18	-0,05	0,76
125	Rippmenüüde olemasolu	0,26	0,13	-0,18	0,31
126	Rippmenüüde arv	0,38*	0,03	-0,04*	0,80
127	Paneelmenüüde olemasolu	0,11	0,52	0,07	0,67
128	Paneelmenüüde arv	0,11	0,52	0,07	0,67
129	Algmenüüsse liikumiseks vajalike klahvivajutuste arv	0,18	0,30	0,09	0,61
131	Menüüd hierarhilised	0,20**	0,24	-0,42**	0,01
133	Menüüs teemaga seotud valikute arv	-0,07	0,67	-0,17	0,34
135	Menüüs olemas väljumine	-0,26	0,13	0,18	0,31
136	Menüüs võimalik liikuda klaviatuuriga	-0,26	0,13	0,18	0,31

Karakteristik		Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga		Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga	
Nr	Karakteristiku nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
138	Klahvikombinatsioonide arv	0,16*	0,35	-0,36*	0,03
139	Menüüs terminite protsent	-0,25	0,15	-0,06	0,74
141	Alammenüüs terminite protsent	-0,18	0,30	-0,20	0,26
143	Otsingumootori olemasolu	0,15**	0,39	-0,67**	0,00
144	Järjehoidjad ja tagasi-nupu olemasolu	0,29	0,09	0,27	0,12
146	Sisukord kogu aeg nähtaval	0,08	0,64	0,28	0,11
147	Alamsisukord alaliselt nähtaval	0,11	0,52	0,07	0,67
148	Juhtimismeetodeid kokku	0,37*	0,03	-0,12*	0,51
1481	Nuppude arv	0,24	0,17	0,20	0,25
149	Üldtuntud juhtimismeetodite protsent	-0,03*	0,86	0,41*	0,01
1491	Üldtuntud nuppude protsent	0,03*	0,86	0,46*	0,01
150	Ikoonide arv	0,30	0,08	-0,24	0,17
151	Üldtuntud ikoonide protsent	0,03	0,85	0,39	0,03
152	Viipadega nuppude ja ikoonide protsent	0,22	0,21	0,11	0,54
153	Kinnitusega nuppude ja ikoonide protsent	0,00	0,99	0,07	0,71
154	Hüperlinkide arv	-0,19	0,27	-0,19	0,27
1541	Hüperlinkide protsent	-0,33	0,06	0,03	0,88
155	Nähtavate hüperlinkide protsent	0,12	0,49	0,09	0,62
156	Kursori muutusega hüperlinkide protsent	0,29	0,09	0,27	0,12
157	Viipadega hüperlinkide protsent	0,20	0,26	-0,27	0,12
158	Märkimisega hüperlinkide protsent	0,08	0,63	0,18	0,31
159	Funktsioonipiirkond defineeritud	0,21	0,23	-0,31	0,07
161	Juhtimismeetodite ebastabiilsus	0,08	0,64	0,28	0,11
162	Juhtimismeetodite liikide arv	-0,03	0,84	-0,28	0,10

Karakteristik	Karakteristiku nimi	Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korregeeritud järetestiga		Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korregeeritud järetestiga	
		korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo
163	Orienteerumisvahendite olemasolu	0,05	0,75	-0,15	0,40
164	Korraga avatavate akende arv	0,09	0,59	0,29	0,09
167	Teostuse huvitavus	0,01	0,96	-0,31	0,07
169	Individaalse liikumistee võimalus	-0,03	0,87	-0,17	0,32
170	Valikute arv	-0,09	0,60	-0,12	0,48
173	Seos igapäevaeluga	0,04	0,82	0,01	0,97
174	Arvuti võimaluste ärakasutamine	0,01	0,97	-0,31	0,07
200	Teksti esituspikkus täheruumides	0,28	0,10	-0,31	0,07
201	Maksimaalne reापikkus	0,10	0,55	0,32	0,06
202	Teksti kontsentratsioon	0,16	0,37	0,32	0,06
203	Info kontsentratsioon	0,10	0,55	0,47	0,00
204	Sümbolite protsent tekstis	-0,35	0,04	-0,08	0,64
205	Valemite protsent tekstis	-0,35	0,04	0,02	0,89
206	Defineeritud lühendite protsent tekstis	0,00	0,99	0,18	0,30
207	Defineerimata lühendite protsent tekstis	-0,20	0,25	0,10	0,56
208	9 ja enamatäheliste sõnade protsent tekstis	-0,08	0,66	-0,09	0,59
209	Terminite arv tekstis	0,10*	0,55	-0,34*	0,05
210	Terminite protsent tekstis	-0,41	0,01	-0,21	0,22
211	Teksti terminilisus	-0,32	0,06	-0,28	0,10
212	Teksti abstraktsus	-0,31	0,07	0,29	0,09
213	Lause keskmine pikkus	0,22	0,20	0,23	0,19
214	Kerimisvõimalus	0,29	0,09	0,27	0,12
215	Võimalus kasutada klahve PgDn ja PgUp	-0,15**	0,39	0,67**	0,00
216	Võimalus kasutada tekstis liikumiseks nii kerimist kui ka klaviatuuri	0,04*	0,82	0,51*	0,00
218	Info raamis	-0,38	0,02	-0,11	0,54
221	Teksti suurus	-0,20	0,24	-0,11	0,52

Karakteristik		Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järetestiga		Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järetestiga	
Nr	Karakteristiku nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
223	Reavahe	0,31	0,07	-0,05	0,76
226	Materjal osadeks jaotatud	0,01	0,96	-0,30	0,08
227	Materjali loogiline ülesehitus	-0,06	0,72	0,12	0,49
228	Materjalis seosed osade vahel	-0,10	0,58	-0,04	0,82
229	Materjalis oluline eristatud	0,03	0,87	0,25	0,14
230	Allajoonitud teksti protsent	0,03	0,85	0,33	0,06
231	Paksus trükikirjas teksti protsent	-0,05	0,77	0,32	0,06
232	Kaldkirjas teksti protsent	-0,25	0,15	-0,32	0,07
234	Suurtähtedes teksti protsent	-0,23	0,19	0,33	0,06
235	Materjali konkreetsus	-0,04	0,83	-0,02	0,90
240	Analoogiad	0,38	0,02	0,03	0,87
241	Näited	-0,05*	0,76	0,41*	0,01
243	Tekstis grammatikavigade arv	-0,11	0,54	0,27	0,11
244	Graafika liikide arv	0,16*	0,37	-0,33*	0,05
245	Kokku graafikat ja videot teemas	0,02*	0,92	-0,38*	0,03
246	Lihtsustatud illustratsioonide arv	-0,27	0,11	0,13	0,47
247	Illustratsioonid arv	0,32	0,06	-0,10	0,59
248	Tabelite arv	-0,14	0,44	0,09	0,61
249	Graafikute arv	0,06	0,71	0,16	0,35
250	Animatsioonide arv	-0,13	0,44	-0,31	0,07
251	Fotode arv	0,32	0,06	-0,22	0,21
2511	Kolmemõõtmeliste jooniste arv	0,11**	0,52	-0,48**	0,00
252	Kolmemõõtmeliste jooniste protsent kogu graafikast	0,13	0,51	-0,33	0,09
253	Videote arv	-0,14	0,43	-0,48	0,00
256	Skeemide arv	-0,05	0,75	-0,06	0,74
257	Meedialiikide arv	-0,25	0,14	-0,40	0,02
258	Esitusviiside arv	-0,15	0,38	-0,06	0,74

Karakteristik	Karakteristiku nimi	Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeletestiga		Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeletestiga	
		korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo
260	Graafika ja video protsent, mis on esitatud samaaegselt tekstiga	-0,39	0,04	-0,44	0,02
2601	Graafika ja video protsent, mis on esitatud samaaegselt liigse tekstiga	-0,27	0,17	-0,58	0,00
2602	Graafika ja video protsent, mis on esitatud samaaegselt täiendava tekstiga	-0,28	0,15	-0,29	0,14
261	Graafika protsent, millel pealkirjad olemas	0,36	0,09	-0,40	0,06
262	Graafikaga antud esitus	-0,05	0,78	-0,33	0,08
264	Graafikaga antud materjali organiseerimine	0,12	0,54	0,17	0,38
270	Teemas maksimaalselt korruga kasutatud värve	0,18	0,29	-0,18	0,31
271	Värvidega kodeerimine	0,29	0,09	-0,01	0,98
300	Enesekontrollis küsimused iga teema kohta eraldi	-0,09	0,60	0,22	0,22
303	Enesekontrollis küsimuse tasemete arv	-0,23	0,19	0,09	0,60
304	Enesekontrollis saab valida küsimuste arvu	-0,13	0,45	-0,50	0,00
305	Teema kohta esitatud küsimuste arv enesekontrollis	-0,39	0,02	0,09	0,60
306	Mitmeks osaks ekraan enesekontrollis jaotatud	-0,28	0,11	-0,09	0,63
307	Kõikidele enesekontrolli küsimustele peab vastama	-0,23	0,19	0,09	0,60
309	Valikvastustega küsimuste protsent enesekontrollis	-0,06	0,75	-0,27	0,12
310	Tõene/väär küsimuste protsent enesekontrollis	-0,32*	0,07	0,14*	0,42
311	Sobitamisküsimuste protsent enesekontrollis	-0,08	0,64	0,22	0,22
312	Vabavastuseliste küsimuste protsent enesekontrollis	0,10	0,57	0,29	0,10

Karakteristik		Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga		Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga	
Nr	Karakteristiku nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
315	Küsimustes liikumiseks kerimisvõimalus	0,19	0,28	0,08	0,64
316	Graafika kui küsimuse kontekst	-0,20	0,26	-0,06	0,76
318	Enesekontrollis toodud küsimuste olulisus	-0,24	0,17	0,39	0,02
319	Enesekontrollis vastamine klaviatuuriga	-0,40**	0,02	0,35**	0,04
320	Enesekontrollis vastamine hiirega	-0,13	0,46	-0,22	0,21
321	Enesekontrollis vastamiseks vajalik hiirega ekraanil objektide vedamine	0,02	0,92	0,12	0,49
322	Olema juhend vastamiseks	-0,29**	0,10	0,39**	0,02
325	Vastamiseks vajaminevate maksimaalsete operatsioonide arv	-0,08**	0,68	0,63**	0,00
3331	Tagasiside kompleksus	-0,07	0,70	0,22	0,20
337	Pakutakse korrektiivset tagasisidet	0,12	0,50	0,23	0,18
338	Tagasisidena antakse õigete vastuste protsent	-0,26**	0,13	0,55**	0,00
340	Tagasisidena teatatakse vastamiskiirus	-0,10*	0,13	0,32*	0,06
342	Vale vastuse korral antakse uus võimalus vastamiseks	-0,28	0,15	-0,12	0,56
345	Positiivne tagasiside	0,02	0,91	-0,16	0,37
346	Õige vastuse tagasisidena on kiitus	-0,29	0,10	-0,13	0,48

Paksus trükikirjas toodud korrelatsioonid on statistiliselt olulised olulisusnivool 0,05

* korrelatsioonid akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestide tulemustega statistiliselt oluliselt erinevad olulisuse nivool 0,05

** korrelatsioonid akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestide tulemustega statistiliselt oluliselt erinevad olulisuse nivool 0,01

Spearmani astakkorrelatsioonid drillprogrammide karakteristikute ja korrigeeritud järelesti tulemuste vahel

Tunnus		Korrelatsioon korrigeeritud järelestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo
100	Eellehe olemasolu	-0,39	0,02
101	Tiitellehe olemasolu	-0,18	0,31
102	Drillprogramm on eestikeelne	-0,14	0,44
103	Tiitellehe atraktiivsus	-0,06	0,77
105	Tiitellehelt saab väljuda	-0,10	0,62
106	Tiitelleht animeeritud	-0,01	0,94
107	Tiitelleht heliga	0,04	0,82
108	Tiitellehel saab heli ja animatsiooni katkestada	0,40	0,17
109	Tiitellehelt jätkamine võimalik ainult õppija tegevuse kaudu	-0,64	0,00
110	Tiitellehel juhised	-0,25	0,20
111	Tiitellehe tihedus	0,02	0,91
112	Juhtnõõride tutvustus olemas	0,25	0,16
113	Juhtnõõrid kogu aeg saadaval	-0,03	0,92
114	Juhtnõõridesse minekuks vajalike operatsioonide arv	0,08	0,78
116	Juhtnõõrid liigendatud	0,09	0,73
119	Kasutaja identifitseerimine	0,16	0,38
120	Kasutajad jäävad mällu	-0,37	0,26
121	Kasutaja identifitseerimise saab muuta	0,30	0,37
122	Abi-nupp või abi-menüü olemas	0,11	0,53
1221	Juhtimismeetodeid kokku	0,16	0,37
123	Nuppude arv	-0,05	0,76
124	Tuntud nuppude protsent	-0,35	0,10
125	Ikoonide arv	0,06	0,75
126	Tuntud ikoonide protsent	0,16	0,53
127	Viipadega nuppude ja ikoonide protsent	0,28	0,13
128	Kinnitusega nuppude ja ikoonide protsent	-0,26	0,16
129	Menüüde arv	0,00	0,98
130	Teema läbimisel kasutatavate Menüüde arv	0,22	0,28
131	Täisekraan-menüüde arv	-0,36	0,07
132	Rippmenüüde arv	0,27	0,19
134	Menüüsse minekuks vajalike klahvivajutuste arv	-0,24	0,23

Tunnus		Korrelatsioon korrigeeritud järeldestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo
137	Menüüs valikute arv (teema kohta)	0,06	0,76
138	Menüüdes valikute arv	-0,26	0,21
139	Menüüdes olevate juhtnööride protsent	0,36	0,07
140	Menüüs antud väljumine	0,14	0,43
141	Menüüs liikumiseks võimalik kasutada klaviatuuri	0,20	0,34
144	Klahvikombinatsioonide arv	0,16	0,36
145	Korraga avatud akende arv	0,20	0,26
149	Juhtimismeetodite liikide arv	0,03	0,88
150	Õppematerjali mängulisus	0,05	0,77
151	Teostuse huvitavus	0,07	0,68
152	Võistluslikkus kaaslasega	0,19	0,29
154	Võistluslikkus skooriga	-0,39	0,02
155	Võistluslikkus ajaga	-0,28	0,11
158	Arvuti võimaluste ärakasutamine	0,16	0,37
159	Õpiprogrammi atraktiivsus	0,09	0,63
163	Küsitakse kinnitust väljumisele	0,20	0,25
164	Väljumise etappide arv	0,12	0,50
165	Väljumise takistuste arv	-0,15	0,40
166	Kaua võtab väljumine aega	0,19	0,28
167	Salvestatakse õppija andmed	0,17	0,34
169	Lõppteate olemasolu	0,27	0,12
201	Õppija saab määrata vastamisaja	0,07	0,69
204	Lõputu jätkamise tehnika	0,14	0,43
205	Küsimuste valik genereeritud andmebaasist	0,23	0,19
206	Küsimused rühmitatud keerukuse järgi	-0,34	0,04
207	Küsimused rühmitatud semantika järgi	-0,31	0,08
210	Sees varasematest teemadest pärit küsimused	0,01	0,95
211	Tasemete arv	0,02	0,93
212	Õppija saab valida, mitu küsimust esitatakse	-0,11	0,53
213	Minimaalne võimalik küsimuste arv	-0,08	0,65
214	Maksimaalne võimalik küsimuste arv	0,14	0,41
215	Küsimuste arvu amplituud	0,14	0,41
217	Mitmeks ekraan jaotatud	0,20	0,27
218	Drillprogrammi küsimuse- ja vastuse sisestusakna osa ekraanist	0,38	0,03
219	Drillprogrammi tagasiside akna osa ekraanist	0,28	0,10
220	Drillprogrammi akna osa ekraanist	0,23	0,19

Tunnus		Korrelatsioon korrigeeritud järeltestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo
221	Küsimused eristatud	0,39	0,02
222	Küsimused raamis	-0,02	0,92
226	Teksti suurus	0,44	0,01
228	Reavahe	-0,22	0,61
231	Esitusviiside arv	-0,10	0,57
2311	Meedialiikide arv	0,31	0,08
233	Lihtsustatud illustratsioonide arv	0,16	0,36
234	Illustratsioonide arv	-0,26	0,14
237	Animatsioonide arv	-0,11	0,54
238	Fotide arv	-0,01	0,93
239	Kolmemõõtmeliste kujutiste arv	0,32	0,08
2391	Kolmemõõtmeliste kujutiste protsent	0,19	0,33
242	Heli olemasolu	0,12	0,49
243	Taustameloodia olemasolu	-0,30	0,08
244	Heliefektide olemasolu	0,17	0,32
245	Heliks digitaalne hääl	0,13	0,48
248	Õppijale antud juhtimisvõimalused heli üle	0,19	0,46
249	Drillprogramm esitatud värvilisena	-0,09	0,62
250	Värvide arv	-0,28	0,11
253	Värve kasutatakse vastavalt igapäevaelu tavadele	-0,09	0,62
257	Oskuste arv	-0,20	0,25
300	Kõikidele küsimustele peab vastama	-0,04	0,82
302	Küsimuste viis: kuuldav tekstilisele	0,09	0,60
303	Küsimuste viis: tekst pildilisele	0,05	0,80
304	Küsimuste viis: pilt tekstilisele	0,34	0,05
308	Küsimuste viis: tekst-tekstilisele	-0,28	0,11
309	Valikvastusega küsimuste protsent	0,34	0,05
311	Sobitamisküsimuste protsent	0,13	0,46
312	Vabavastuseliste küsimuste protsent	-0,31	0,07
314	Küsimustes graafika kui küsimuste kontekst	0,39	0,02
317	Küsimusi esitatakse kuni kõik vastatud õigesti	0,10	0,58
318	Vastamine klaviatuuriga	-0,36	0,04
319	Vastamine hiirega	0,27	0,12
321	Reageerimisaeg	-0,23	0,18
322	Olemas juhend vastamiseks	0,11	0,55
325	Mitu liigutust on maksimaalselt vaja vastamiseks	0,01	0,97
332	Mitme õige vastuse korral lõpeb harjutamine	-0,05	0,76
334	Üleminekuks vajalike klahvivajutuste arv	0,05	0,76

Tunnus		Korrelatsioon korrigeeritud järeltestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo
335	Üleminekukiirus	-0,02	0,90
336	Ülemineku takistuste arv	-0,12	0,50
338	Vastamisaeg piiratud	-0,07	0,69
339	Vastamisaeg sekundites	0,70	0,19
3401	Tagasiside kompleksus	-0,36	0,04
340	Tagasiside tekstiga	0,05	0,78
341	Tagasiside staatilise graafikaga	-0,18	0,32
342	Tagasiside animatsiooniga	-0,10	0,58
343	Tagasisideks olev animatsioon on kogu aeg üks ja sama	-0,69	0,02
344	Tagasiside heliga	0,06	0,72
3441	Tagasiside digitaalse häälega	0,15	0,40
345	Tagasiside heli on kogu aeg sama	0,03	0,88
346	Tagasiside liike	-0,19	0,28
348	Korrektiivne tagasiside	-0,27	0,12
349	Skoor kogu aeg nähtaval	-0,39	0,02
350	Skoor graafiliselt kogu aeg nähtaval	-0,06	0,76
351	Õigete vastuste protsent kogu aeg nähtaval	0,06	0,76
352	Jooksev aeg kogu aeg nähtaval	-0,32	0,06
353	Jooksev aeg sekundites kogu aeg nähtaval	-0,34	0,05
354	Jooksev aeg graafiliselt kogu aeg nähtaval	-0,12	0,49
357	Teatatakse vastamiskiirus	0,06	0,75
358	Teatatakse skoor	-0,01	0,95
359	Teatatakse õigete vastuste protsent	-0,07	0,69
363	Mitu võimalust uuesti vastamiseks (vale vastuse korral)	0,00	0,99
364	Juhend või vihje	0,12	0,51
365	Vihje etappide arv	0,09	0,63
366	Vihjeks heli	0,07	0,68
367	Vihjeks tekst	-0,08	0,64
369	Vihjeks graafika	-0,19	0,28
370	Vihjeks vale vastuse märkimine/kaotamine	0,42	0,01
371	Jäetakse arvestamata formaadi viga	0,01	0,97
372	Positiivne tagasiside	0,10	0,57
373	Kiitus	0,05	0,80
374	Kiitus juhuslik	-0,16	0,56
375	Vale vastuse tagasiside huvitavam kui õige vastuse korral	-0,29	0,10

Tunnus		Korrelatsioon korrigeeritud järeltestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo
376	Auhinna olemasolu	-0,12	0,50
400	Õpitavaid uusi sõnu	0,06	0,83
401	Keskmine sõnapikkus	0,45	0,09
402	Minimaalne sõnapikkus	0,12	0,66
403	Maksimaalne sõnapikkus	0,33	0,22
404	Liitsõnade arv	0,23	0,41
405	Liitsõnade protsent	0,28	0,30
406	Abstraktsete nimisõnade arv	-0,35	0,21
407	Abstraktsete nimisõnade protsent kõikidest sõnadest	-0,31	0,26
408	Abstraktsete nimisõnade protsent nimisõnadest	-0,26	0,42
501	Võimalike erinevate tehete arv	-0,24	0,38
502	Vajalike erinevate oskuste arv	-0,02	0,95
503	Lähedane varemalt õpitule	0,29	0,30

**Spearmani astakkorrelatsioonid drillprogrammide karakteristikute ja
korrigeeritud järeltesti tulemuste vahel sugude lõikes**

Tunnus		Korrelatsioon poiste korrigeeritud järeltestiga		Korrelatsioon tüdrukute korrigeeritud järeltestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulusus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulusus- nivoo
100	Eellehe olemasolu	-0,25	0,16	-0,35	0,04
101	Tiitellehe olemasolu	-0,11	0,53	-0,16	0,37
102	Drillprogramm on eestikeelne	-0,06	0,75	-0,20	0,27
103	Tiitellehe atraktiivsus	-0,16	0,40	0,00	1,00
105	Tiitellehelt saab väljuda	-0,08	0,69	-0,04	0,84
106	Tiitelleht animeeritud	-0,12	0,55	0,06	0,76
107	Tiitelleht heliga	0,01	0,96	0,01	0,96
108	Tiitellehel saab heli ja animatsiooni katkestada	0,27	0,38	0,31	0,30
109	Tiitellehelt jätkamine võimalik ainult õppija tegevuse kaudu	-0,43	0,02	-0,47	0,01
110	Tiitellehel juhised	-0,16	0,42	-0,18	0,36
111	Tiitellehe tihedus	0,13	0,50	-0,13	0,51
112	Juhtnööride tutvustus olemas	0,03	0,87	0,24	0,17
113	Juhtnöörid kogu aeg saadaval	-0,14	0,60	0,31	0,25
114	Juhtnööridesse minekuks vajalike operatsioonide arv	0,23	0,39	-0,31	0,25
116	Juhtnöörid liigendatud	0,13	0,64	-0,03	0,91
119	Kasutaja identifitseerimine	0,05	0,79	0,09	0,60
120	Kasutajad jäävad mällu	-0,30	0,37	-0,30	0,37
121	Kasutaja identifitseerimise saab muuta	0,24	0,48	0,18	0,60
122	Abi-nupp või abi-menüü olemas	0,02	0,91	0,11	0,53
1221	Juhtimismeetodeid kokku	0,25	0,15	0,08	0,64
123	Nuppude arv	-0,12	0,48	0,00	0,99
124	Tuntud nuppude protsent	-0,20	0,36	-0,41	0,05
125	Icoonide arv	0,12	0,49	-0,05	0,77
126	Tuntud ikoonide protsent	0,08	0,75	0,13	0,61

Tunnus		Korrelatsioon poiste			
		korrigeeritud järeldestiga		Korrelatsioon tükukute korrigeeritud järeldestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo
127	Selgitustega nuppude ja ikoonide protsent	0,16	0,38	0,26	0,16
128	Kinnitusega nuppude ja ikoonide protsent	-0,16	0,39	-0,17	0,36
129	Menüüde arv	-0,10	0,58	0,06	0,74
130	Teema läbimisel kasutatavate Menüüde arv	-0,05 *	0,79	0,46 *	0,02
131	Täisekraan-menüüde arv	-0,14 *	0,50	-0,42 *	0,03
132	Rippmenüüde arv	0,04	0,85	0,40	0,04
134	Menüüsse minekuks vajalike klahvivajutuste arv	-0,02	0,93	-0,41	0,04
137	Menüüs valikute arv (teema kohta)	-0,09	0,66	0,22	0,30
138	Menüüdes valikute arv	-0,30	0,14	-0,11	0,61
139	Menüüdes olevate juhtnööride protsent	0,05	0,82	0,47	0,02
140	Menüüs antud väljumine	0,03	0,87	0,14	0,42
141	Menüüs liikumiseks võimalik kasutada klaviatuuri	-0,06 *	0,79	0,42 *	0,04
144	Klahvikombinatsioonide arv	-0,01	0,96	0,27	0,12
145	Korraga avatud akende arv	0,14	0,42	0,15	0,41
149	Juhtimismeetodite liikide arv	0,09	0,60	0,12	0,51
150	Õppematerjali mängulisus	-0,10	0,56	0,11	0,53
151	Teostuse huvitavus	-0,05	0,80	0,09	0,61
152	Võistluslikkus kaaslasega	-0,07	0,68	0,24	0,17
154	Võistluslikkus skooriga	-0,35	0,04	-0,30	0,08
155	Võistluslikkus ajaga	-0,21	0,24	-0,27	0,12
158	Arvuti võimaluste ärakasutamine	0,12	0,48	0,09	0,61
159	Õpiprogrammi atraktiivsus	0,06	0,76	0,05	0,79
163	Küsitakse kinnitust väljumisele	0,25	0,15	0,10	0,57
164	Väljumise etappide arv	0,25	0,16	-0,08	0,66
165	Väljumise takistuste arv	-0,10	0,59	-0,16	0,36
166	Kaua võtab väljumine aega	0,24	0,17	0,02	0,92
167	Salvestatakse õppija andmed	0,20	0,27	0,00	1,00
169	Lõppteate olemasolu	-0,03	0,88	0,35	0,04

Tunnus		Korrelatsioon poiste			
		korrigeeritud järeldestiga		Korrelatsioon tüdrukute korrigeeritud järeldestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo
201	Õppija saab määrata vastamisaja	0,09	0,60	0,13	0,46
204	Lõputu jätkamise tehnika	0,04	0,80	0,25	0,16
205	Küsimuste valik genereeritud andmebaasist	0,26	0,13	0,12	0,50
206	Küsimused rühmitatud keerukuse järgi	-0,12	0,49	-0,28	0,11
207	Küsimused rühmitatud semantika järgi	-0,35	0,04	-0,17	0,34
210	Sees varasematest teemadest pärit küsimused	0,06	0,75	-0,06	0,75
211	Tasemete arv	-0,03	0,85	0,05	0,78
212	Õppija saab valida, mitu küsimust esitatakse	-0,35 *	0,04	0,11 *	0,53
213	Minimaalne võimalik küsimuste arv	-0,19	0,29	0,06	0,73
214	Maksimaalne võimalik küsimuste arv	0,01	0,97	0,29	0,10
215	Küsimuste arvu amplituud	0,01	0,97	0,29	0,10
217	Mitmeks ekraan jaotatud	0,18	0,30	0,14	0,43
218	Drillprogrammi küsimuse ja vastuse sisestusakna osa ekraanist	0,35	0,04	0,23	0,19
219	Drillprogrammi tagasiside akna osa ekraanist	0,26	0,14	0,18	0,30
220	Drillprogrammi akna osa ekraanist	0,13	0,47	0,13	0,47
221	Küsimused eristatud	0,35	0,04	0,30	0,08
222	Küsimused raamis	0,10	0,56	-0,04	0,84
226	Teksti suurus	0,26	0,13	0,37	0,03
228	Reavahe	-0,29	0,48	0,19	0,65
231	Esitusviiside arv	0,03	0,87	-0,19	0,29
2311	Meedialiikide arv	0,30	0,09	0,16	0,35
233	Lihtsustatud illustratsioonide arv	0,10	0,57	0,16	0,38
234	Illustratsioonide arv	-0,09	0,60	-0,38	0,03
237	Animatsioonide arv	-0,05	0,79	-0,06	0,72

Tunnus		Korrelatsioonipoiste			
		korregeeritud järeldestiga		Korrelatsioonitüdrukute korregeeritud järeldestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo
238	Fotode arv	0,13	0,46	-0,17	0,33
239	Kolmemõõtmeliste kujutiste arv	0,35	0,06	0,14	0,47
2391	Kolmemõõtmeliste kujutiste protsent	0,26	0,16	0,04	0,82
242	Heli olemasolu	0,04	0,80	0,12	0,49
243	Taustameloodia olemasolu	-0,26	0,13	-0,23	0,18
244	Heliefektide olemasolu	0,07	0,69	0,17	0,32
245	Heliks digitaalne hääl	0,10	0,57	0,10	0,57
248	Õppijale antud juhtimisvõimalused heli üle	-0,07	0,78	0,16	0,53
249	Drillprogramm esitatud värvilisena	-0,07	0,69	-0,14	0,43
250	Värvide arv	-0,13	0,47	-0,35	0,04
253	Värve kasutatakse vastavalt igapäevaelu tavadele	-0,10	0,58	-0,06	0,76
257	Oskuste arv	-0,16	0,36	-0,24	0,17
300	Kõikidele küsimustele peab vastama	-0,20	0,26	0,13	0,48
302	Küsimuste viis: kuuldav tekstilisele	0,00	1,00	0,13	0,46
303	Küsimuste viis: tekst pildilisele	0,23	0,19	-0,20	0,25
304	Küsimuste viis: pilt tekstilisele	0,35	0,04	0,19	0,28
308	Küsimuste viis: tekst-tekstilisele	-0,43	0,02	-0,08	0,67
309	Valikvastusega küsimuste protsent	0,30	0,08	0,13	0,45
311	Sobitamisküsimuste protsent	0,20	0,27	-0,05	0,79
312	Vabavastuseliste küsimuste protsent	-0,30	0,08	-0,13	0,45
314	Küsimustes graafika kui küsimuste kontekst	0,49 *	0,00	0,13 *	0,45
317	Küsimusi esitatakse kuni kõik vastatud õigesti	0,04	0,83	0,12	0,49
318	Vastamine klaviatuuriga	-0,26	0,14	-0,30	0,09
319	Vastamine hiirega	0,24	0,16	0,10	0,58
321	Reageerimisae	-0,18	0,30	-0,26	0,14

Tunnus		Korrelatsioon poiste			
		korrigeeritud järetestiga		Korrelatsioon tükukute korrigeeritud järetestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo
322	Olemas juhend vastamiseks	0,06	0,75	0,11	0,55
325	Mitu liigutust on maksimaalselt vaja vastamiseks	-0,01	0,94	0,08	0,67
332	Mitme õige vastuse korral lõpeb drillprogramm	0,00	1,00	0,19	0,28
334	Üleminekuks vajalike klahvivajutuste arv	0,10	0,57	-0,05	0,78
335	Üleminekukiirus	0,07	0,70	-0,10	0,56
336	Ülemineku takistuste arv	-0,04	0,83	-0,13	0,46
338	Vastamisaeg piiratud	-0,09	0,60	-0,13	0,46
339	Vastamisaeg sekundites	0,90	0,04	0,30	0,62
3401	Tagasiside komplekssus	-0,35	0,04	-0,25	0,16
340	Tagasiside tekstiga	-0,09	0,61	0,13	0,47
341	Tagasiside staatilise graafikaga	-0,14	0,42	-0,13	0,46
342	Tagasiside animatsiooniga	-0,04	0,81	-0,13	0,46
343	Tagasisideks olev animatsioon on kogu aeg üks ja sama	-0,63	0,03	-0,43	0,16
344	Tagasiside heliga	0,01	0,94	0,06	0,72
3441	Tagasiside digitaalse häälega	-0,03	0,88	0,20	0,25
345	Tagasiside heli on kogu aeg sama	0,08	0,69	-0,06	0,76
346	Tagasiside liike	-0,23	0,19	-0,07	0,70
348	Korrektiivne tagasiside	-0,31	0,08	-0,17	0,32
349	Skoor kogu aeg nähtaval	-0,19	0,27	-0,45	0,01
350	Skoor graafiliselt kogu aeg nähtaval	0,15	0,40	-0,24	0,17
351	Õigete vastuste protsent kogu aeg nähtaval	-0,02	0,91	0,02	0,91
352	Jooksev aeg kogu aeg nähtaval	-0,31	0,08	-0,23	0,20
353	Jooksev aeg sekundites kogu aeg nähtaval	-0,18	0,29	-0,35	0,05
354	Jooksev aeg graafiliselt kogu aeg nähtaval	-0,19	0,28	-0,05	0,79
357	Teatatakse vastamiskiirus	0,18	0,32	-0,14	0,43

Tunnus		Korrelatsioonipoiste			
		korrigeeritud järelestiga		Korrelatsioonitüdrukute korrigeeritud järelestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo	korrelatsiooni-koefitsient	olulisus-nivoo
358	Teatatakse skoor	0,02	0,92	-0,08	0,63
359	Teatatakse õigete vastuste protsent	-0,01	0,94	-0,15	0,40
363	Mitu võimalust uuesti vastamiseks (vale vastuse korral)	-0,14	0,42	0,12	0,50
364	Juhend või vihje	0,02	0,89	0,18	0,32
365	Vihje etappide arv	0,00	0,98	0,15	0,39
366	Vihjeks heli	0,12	0,50	0,02	0,92
367	Vihjeks tekst	-0,26	0,14	0,09	0,60
369	Vihjeks graafika	-0,06	0,72	-0,18	0,30
370	Vihjeks vale vastuse märkimine/kaotamine	0,34	0,05	0,34	0,05
371	Jäetakse arvestamata formaadi viga	0,05	0,76	-0,06	0,74
372	Positiivne tagasiside	0,05	0,79	0,12	0,50
373	Kiietus	-0,07	0,70	0,17	0,35
374	Kiietus juhuslik	-0,33	0,23	-0,16	0,56
375	Vale vastuse tagasiside huvitavam kui õige vastuse korral	-0,19	0,29	-0,26	0,14
376	Auhinna olemasolu	-0,07	0,68	-0,14	0,41
400	Õpitavaid uusi sõnu	0,07	0,77	0,12	0,62
401	Keskmine sõnapikkus	-0,03	0,91	0,27	0,26
402	Minimaalne sõnapikkus	0,18	0,47	-0,24	0,33
403	Maksimaalne sõnapikkus	0,13	0,60	0,10	0,70
404	Liitsõnade arv	0,08	0,75	-0,13	0,60
405	Liitsõnade protsent	0,11	0,67	-0,11	0,65
406	Abstraktsete nimisõnade arv	-0,42	0,07	0,24	0,33
407	Abstraktsete nimisõnade protsent kõikidest sõnadest	-0,40	0,09	0,25	0,30
408	Abstraktsete nimisõnade protsent nimisõnadest	-0,31	0,24	0,46	0,07
501	Võimalike erinevate tehete arv	-0,17	0,53	-0,07	0,80
502	Vajalike erinevate oskuste arv	-0,32	0,24	0,22	0,44
503	Lähedane varemalt õpitule	0,05	0,87	0,22	0,43

* Korrelatsioonid poiste ja tüdrukute korrigeeritud järelesti tulemusega statistiliselt oluliselt erinevad olulisuse nivool 0,05.

**Spearmani astakorrelatsioonid drillprogrammide karakteristikute
ja korrigeeritud järeltesti tulemuste vahel õpilaste
akadeemilise edukuse lõikes**

Tunnus		Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeltestiga		Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeltestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
100	Eellehe olemasolu	-0,16	0,36	-0,05	0,79
101	Tiitellehe olemasolu	-0,33 *	0,06	0,12 *	0,50
102	Drillprogramm on eestikeelne	-0,14	0,44	0,07	0,69
103	Tiitellehe atraktiivsus	-0,26 *	0,17	0,17 *	0,38
105	Tiitellehelt saab väljuda	0,14	0,49	-0,24	0,21
106	Tiitelleht animeeritud	-0,39 **	0,04	0,41 **	0,03
107	Tiitelleht heliga	-0,43 **	0,02	0,28 **	0,15
108	Tiitellehel saab heli ja animatsiooni katkestada	0,13	0,66	0,22	0,46
109	Tiitellehelt jätkamine võimalik ainult õppija tegevuse kaudu	-0,24	0,22	-0,09	0,65
110	Tiitellehel juhised	0,06	0,78	-0,12	0,55
111	Tiitellehe tihedus	0,14	0,46	-0,20	0,30
112	Juhtnõõride tutvustus olemas	0,19	0,29	-0,08	0,64
113	Juhtnõõrid kogu aeg saadaval	0,25	0,35	0,08	0,76
114	Juhtnõõridesse minekuks vajalike operatsioonide arv	-0,42	0,10	0,04	0,89
116	Juhtnõõrid liigendatud	0,44	0,09	-0,13	0,64
119	Kasutaja identifitseerimine	0,11	0,53	-0,14	0,42
120	Kasutajad jäävad mällu	-0,17	0,35	0,00	1,00
121	Kasutaja identifikaatsiooni saab muuta	-0,06	0,86	0,12	0,73
122	Abi-nupp või abi-menüü olemas	0,18	0,30	-0,05	0,80
1221	Juhtimismeetodeid kokku	0,03	0,84	-0,02	0,91
123	Nuppude arv	0,19	0,29	-0,04	0,84

Tunnus		Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga		Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
124	Tuntud nuppude protsent	-0,10	0,65	-0,34	0,11
125	Ikoonide arv	-0,19	0,28	0,19	0,28
126	Tuntud ikoonide protsent	0,72 **	0,00	-0,37 **	0,14
127	Selgitustega nuppude ja ikoonide protsent	0,49 **	0,01	-0,14 **	0,44
128	Kinnitusega nuppude ja ikoonide protsent	-0,11	0,56	-0,13	0,47
129	Menüüde arv	0,14	0,43	-0,17	0,33
130	Teema läbimisel kasutatavate menüüde arv	0,26	0,19	-0,08	0,71
131	Täisekraan-menüüde arv	-0,41 *	0,04	0,13 *	0,51
132	Rippmenüüde arv	0,50 **	0,01	-0,22 **	0,28
134	Menüüsse minekuks vajalike klahvivajutuste arv	-0,29	0,15	0,11	0,61
137	Menüüs valikute arv (teema kohta)	0,25 *	0,24	-0,21 *	0,30
138	Menüüdes valikute arv	0,04	0,84	-0,18	0,39
139	Menüüdes olevate juhtnööride protsent	-0,10	0,63	0,17	0,42
140	Menüüs antud väljumine	0,22	0,21	-0,15	0,39
141	Menüüs liikumiseks võimalik kasutada klaviatuuri	0,00	1,00	0,02	0,92
144	Klahvikombinatsioonide arv	0,13	0,45	-0,07	0,69
145	Korraga avatud akende arv	0,32 *	0,07	-0,22 *	0,20
149	Juhtimismeetodite liikide arv	-0,02	0,91	-0,04	0,82
150	Õppematerjali mängulisus	-0,29 *	0,09	0,22 *	0,21
151	Teostuse huvitavus	-0,39 **	0,02	0,36 **	0,04
152	Võistluslikkus kaaslasega	0,00	1,00	-0,01	0,96
154	Võistluslikkus skooriga	-0,44 *	0,01	0,07 *	0,69
155	Võistluslikkus ajaga	-0,01	0,98	0,01	0,98
158	Arvuti võimaluste ärakasutamine	-0,42 **	0,01	0,49 **	0,00

Tunnus		Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga		Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
159	Õpiprogrammi atraktiivsus	-0,38 **	0,03	0,35 **	0,04
163	Küsitakse kinnitust väljumisele	0,33	0,06	0,04	0,83
164	Väljumise etappide arv	-0,01	0,97	0,18	0,30
165	Väljumise takistuste arv	-0,57 **	0,00	0,27 **	0,12
166	Kaua võtab väljumine aega	-0,07	0,71	0,16	0,36
167	Salvestatakse õppija andmed	0,10	0,56	0,02	0,92
169	Lõppteate olemasolu	0,01	0,98	0,31	0,07
201	Õppija saab määrata vastamisaja	0,18	0,30	-0,09	0,60
204	Lõputu jätkamise tehnika	-0,03	0,86	0,18	0,31
205	Küsimuste valik genereeritud andmebaasist	0,24	0,17	-0,14	0,44
206	Küsimused rühmitatud keerukuse järgi	-0,06	0,75	-0,03	0,88
207	Küsimused rühmitatud semantika järgi	-0,37	0,03	0,03	0,85
210	Sees varasematest teemadest pärit küsimused	-0,17	0,35	-0,02	0,92
211	Tasemete arv	0,00	1,00	0,25	0,16
212	Õppija saab valida, mitu küsimust esitatakse	0,13	0,46	-0,17	0,32
213	Minimaalne võimalik küsimuste arv	0,06	0,73	-0,12	0,52
214	Maksimaalne võimalik küsimuste arv	0,27	0,12	-0,02	0,93
215	Küsimuste arvu amplituud	0,27	0,12	-0,02	0,93
217	Mitmeks ekraan jaotatud	0,29	0,10	-0,11	0,53
218	Drillprogrammi küsimuse- ja vastuse sisestusakna osa ekraanist	0,48 **	0,00	-0,12 **	0,51

Tunnus		Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga		Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
219	Drillprogrammi tagasi- side akna osa ekraanist	0,29	0,10	-0,07	0,68
220	Drillprogrammi akna osa ekraanist	0,10	0,57	0,01	0,95
221	Küsimused eristatud	0,44 *	0,01	-0,07 *	0,69
222	Küsimused raamis	-0,04	0,84	-0,05	0,76
226	Teksti suurus	0,22	0,21	-0,04	0,82
228	Reavahe	-0,47	0,26	0,43	0,28
231	Esitusviiside arv	-0,32 *	0,07	0,09 *	0,60
2311	Meedialiikide arv	-0,05	0,79	0,05	0,77
233	Lihtsustatud illustratsioo- nide arv	0,36 **	0,04	-0,25 **	0,15
234	Illustratsioonide arv	-0,31	0,08	0,02	0,90
237	Animatsioonide arv	-0,30 *	0,09	0,14 *	0,43
238	Fotide arv	0,23 *	0,18	-0,27 *	0,12
239	Kolmemõõtmeliste kju- tiste arv	0,23	0,23	-0,15	0,43
2391	Kolmemõõtmeliste kju- tiste protsent	0,14	0,45	-0,03	0,87
242	Heli olemasolu	-0,19	0,27	0,16	0,35
243	Taustameloodia olemas- olu	-0,55 **	0,00	0,19 **	0,28
244	Heliefektide olemasolu	-0,25 *	0,15	0,26 *	0,13
245	Heliks digitaalne hääl	-0,33 *	0,06	0,28 *	0,11
248	Õppijale antud juhtimis- võimalused heli üle	0,16	0,53	-0,16	0,53
249	Drillprogramm esitatud värvilisena	-0,21	0,24	-0,08	0,65
250	Värvide arv	-0,47 **	0,01	0,15 **	0,39
253	Värve kasutatakse vasta- valt igapäevaelu tavadele	-0,03	0,87	-0,05	0,79
257	Oskuste arv	0,03	0,88	-0,22	0,20
300	Kõikidele küsimustele peab vastama	0,09	0,63	-0,06	0,74
302	Küsimuste viis: kuuldav tekstilisele	-0,33 *	0,06	0,32 *	0,06

Tunnus		Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga		Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulusus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulusus- nivoo
303	Küsimuste viis: tekst pildilisele	0,29	0,10	-0,19	0,28
304	Küsimuste viis: pilt tekstilisele	0,02	0,92	-0,07	0,70
308	Küsimuste viis: tekst- tekstilisele	-0,07	0,70	-0,04	0,84
309	Valikvastusega küsimuste protsent	0,10	0,58	0,29	0,10
311	Sobitamisküsimuste protsent	0,27	0,12	-0,14	0,42
312	Vabavastuseliste küsi- muste protsent	-0,10	0,58	-0,29	0,10
314	Küsimustes graafika kui küsimuste kontekst	0,18	0,30	-0,03	0,86
317	Küsimusi esitatakse kuni kõik vastatud õigesti	0,12	0,49	0,01	0,94
318	Vastamine klaviatuuriga	-0,01	0,96	-0,32	0,07
319	Vastamine hiirega	0,02	0,91	0,24	0,16
321	Reageerimisaeg	-0,43 **	0,01	0,22 **	0,21
322	Olemas juhend vasta- miseks	0,06	0,72	0,08	0,66
325	Mitu liigutust on maksi- maalselt vaja vastamiseks	0,00	0,99	-0,19	0,28
332	Mitme õige vastuse korral lõpeb drillprogramm	0,29	0,09	-0,09	0,63
334	Üleminekuks vajalike klahvivajutuste arv	0,05	0,78	0,00	0,99
335	Üleminekukiirus	-0,49 **	0,00	0,35 **	0,04
336	Ülemineku takistuste arv	-0,64 **	0,00	0,38 **	0,02
338	Vastamisaeg piiratud	-0,18	0,30	0,09	0,60
339	Vastamisaeg sekundites	0,10	0,87	0,00	1,00
3401	Tagasiside komplekssus	-0,16	0,39	0,01	0,97
340	Tagasiside tekstiga	0,28	0,11	-0,03	0,86
341	Tagasiside staatilise graafikaga	0,05	0,79	-0,12	0,50
342	Tagasiside animatsiooniga	-0,48 **	0,00	0,24 **	0,16

Tunnus		Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga		Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
343	Tagasisideks olev animatsioon on kogu aeg üks ja sama	-0,34	0,28	0,10	0,77
344	Tagasiside heliga	0,35	0,05	0,18	0,30
3441	Tagasiside digitaalse häälega	-0,36 **	0,04	0,26 **	0,14
345	Tagasiside heli on kogu aeg sama	0,42 **	0,03	-0,23 **	0,27
346	Tagasiside liike	-0,34 *	0,05	0,21 *	0,24
348	Korrektiivne tagasiside	-0,19	0,29	0,10	0,59
349	Skoor kogu aeg nähtaval	-0,15	0,39	-0,16	0,37
350	Skoor graafiliselt kogu aeg nähtaval	-0,07	0,69	-0,04	0,83
351	Õigete vastuste protsent kogu aeg nähtaval	0,29 *	0,09	-0,20 *	0,26
352	Jooksev aeg kogu aeg nähtaval	-0,30	0,08	0,11	0,55
353	Jooksev aeg sekundites kogu aeg nähtaval	-0,14	0,42	-0,17	0,32
354	Jooksev aeg graafiliselt kogu aeg nähtaval	-0,36 *	0,06	0,31 *	0,08
357	Teatatakse vastamiskiirus	0,28 *	0,11	-0,21 *	0,22
358	Teatatakse skoor	0,17	0,33	-0,24	0,17
359	Teatatakse õigete vastuste protsent	0,25 **	0,16	-0,37 **	0,03
363	Mitu võimalust uuesti vastamiseks (vale vastuse korral)	0,09	0,63	-0,17	0,34
364	Juhend või vihje	0,04	0,84	-0,05	0,76
365	Vihje etappide arv	0,02	0,93	-0,05	0,79
366	Vihjeks heli	0,02	0,92	0,01	0,96
367	Vihjeks tekst	0,27 **	0,12	-0,33 **	0,06
369	Vihjeks graafika	-0,12	0,49	-0,01	0,94
370	Vihjeks vale vastuse märkimine/kaotamine	0,06	0,75	0,11	0,53

Tunnus		Korrelatsioon akadeemiliselt edukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga		Korrelatsioon akadeemiliselt vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestiga	
Nr	Nimi	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo	korrelatsiooni- koefitsient	olulisus- nivoo
372	Positiivne tagasiside	-0,12	0,50	0,14	0,41
373	Kiitus	-0,27 *	0,12	0,23 *	0,20
374	Kiitus juhuslik	-0,39	0,15	0,26	0,35
375	Vale vastuse tagasiside huvitavam kui õige vas- tuse korral	-0,38 *	0,03	0,12 *	0,51
376	Auhinna olemasolu	-0,18	0,30	0,09	0,63
400	Õpitavaid uusi sõnu	0,52 **	0,02	-0,40 **	0,09
401	Keskmine sõnapikkus	0,03	0,92	-0,24	0,31
402	Minimaalne sõnapikkus	-0,30 *	0,22	0,30 *	0,22
403	Maksimaalne sõnapikkus	-0,02	0,94	-0,09	0,70
404	Liitsõnade arv	-0,01	0,96	-0,20	0,40
405	Liitsõnade protsent	-0,01	0,97	-0,23	0,35
406	Abstraktsete nimisõnade arv	0,19	0,44	-0,31	0,20
407	Abstraktsete nimisõnade protsent kõikidest sõna- dest	0,18	0,45	-0,28	0,25
408	Abstraktsete nimisõnade protsent nimisõnadest	0,12	0,66	-0,08	0,77
501	Võimalike erinevate tehete arv	-0,24	0,38	-0,14	0,62
502	Vajalike erinevate oskuste arv	-0,56 *	0,03	0,20 *	0,47
503	Lähedane varemalt õpitule	-0,35	0,20	0,07	0,80

* korrelatsioonid akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestide tulemustega statistiliselt oluliselt erinevad olulisuse nivool 0,05

** korrelatsioonid akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste korrigeeritud järeldestide tulemustega statistiliselt oluliselt erinevad olulisuse nivool 0,01

CURRICULUM VITAE

Nimi Piret Luik
Sünniaeg ja -koht 22. jaanuar 1967, Tõstamaa
Kodakondsus Eesti
Kontaktandmed Ülikooli 18, Tartu 50090
7 375 157
piret.luik@ut.ee

Hariduskäik

2000– Tartu Ülikooli Haridusteaduskonna pedagoogika osakonna doktorant
1997–1999 Tartu Ülikooli Filosoofiateaduskonna pedagoogika osakonna magistriõpe
1992–1997 Tartu Ülikool, Filosoofiateaduskonna pedagoogika osakond, lõpetanud kasvatusteaduste eriala *cum laude*
1985–1990 Tartu Ülikool, Matemaatikateaduskond, lõpetanud rakendusmatemaatika eriala *cum laude*
1974–1985 Tõstamaa Keskkool

Keelteoskus emakeel – eesti; inglise ja vene keel

Teenistuskäik

2001– Tartu Ülikool, Haridusteaduskond, Pedagoogika osakond, lektor
200–2001 Tartu Ülikool, Filosoofiateaduskond, Pedagoogika osakond, erakorraline teadur
1995–2001 Leie Põhikool, matemaatikaõpetaja ja tantsuringi juhendaja
1993–1995 Kesk-Eesti Statistikabüroo, analüütik (lepinguliselt)
1991–1992 Kalmetu Põhikool, informaatikaringi juhendaja (lepinguliselt)
1990–1993 a/s “Leie”, programmeerija

Ettekanded konverentsidel

- Do teachers recognize the efficient educational software? – Euroopa Õpetajakoolituse Assotsiatsiooni (ATEE) rahvusvahelisel konverents 6.–8. mai 2004 Tartus
- Drillprogrammide efektiivsus – Tiigrihüppe aastakonverents 27. nov. 2003 Pühajärvel
- Kelle jaoks valib õpetaja õpitarkvara? – Tartu Ülikooli Pedagoogika ja eripedagoogika osakonna konverents “Haridus kõigile 2003” 31. okt – 1. nov Tartus
- Efficiency of drill-and-practice programs. – Joensuu Ülikooli sümposium JULIS-03 24.–25. okt. Joensuu
- Väikelapsed ja arvutid – TPÜ aastapäeva konverents “Kasvatusteadused muutuste ajateljel” 2.–3. okt. 2003 Tallinnas
- The effect of gender on the evaluations of multimedia textbooks – IARTEM-i konverentsil “Has past passed? Textbooks and educational media for the 21. Century.” 24.–27.sept. 2003 Bratislavas
- Are drill-and-practice programs for everyone? (koos T. Marandiga) – ATEE konverentsil “Changing Education in a Changing society” 2.–3. mai 2003 Riias
- Are multimedia textbooks for everyone? – CAL konverentsil “21st century learning” 8.–10. aprill 2003 Belfastis
- Multimeedia printsiibid – EAPS-i ja TPÜ konverents Tallinnas 13.–14. dets. 2002
- Õpetajate hinnangud õpitarkvara efektiivsuse faktorite kohta – Sotsiaal- ja kasvatusteaduste doktorantide I teaduskonverents 18.–19. aprill 2002 Tallinnas
- Students’ preferences of electronical textbooks – ATEE konverents “Changing Education in a Changing society” 3.–5. mai 2002
- Arvutitega seonduvad kõlbelised probleemid – EAPS-i aastakonverents “Kasvatus ja aated” 2.–3. nov. 2001 Tartus
- Factors of efficiency of electronical textbooks – Sixth IARTEM Internationale Conference on Learning and Educational Media 20.–22. sept. 2001 Tartus
- Arvutid koolis – konverents Telemaatika 2000 “Kool keset kaost ja korda” 17.–19. nov. 2000 Tartus
- Kiirlugemisprogramm – konverents Tiigrituur 2000 Tõrvas
- Õpitarkvara – konverents “Haridus ja sotsiaalne tegelikkus” 2000 Tartus
- Koduarvuti ja kooliedukus – konverents “Haridus ja kasvatusväärtused ühiskonnas” 1999 Tartus
- Arvutid koolis: poolt ja vastu – konverents “Kodu ja kool muutumas ajas” 23.–24. okt. 1998 Tartus

- Parabolset tüüpi võrrandi lahendamine spline-kollokatsiooni meetodil – Füüsika- ja Matemaatikateaduskondade üliõpilaste rahvusvaheline konverents 1989 Riias

Publikatsioonid

1. Mikk, J., Luik P. Do girls and boys need different electronic textbooks? *Innovations in Education and Teaching International* (CC). Accepted. Will be published in Vol 24(2) in 2005.
2. Luik, P. The gender effect on the evaluations of multimedia textbooks. *Publications of the IARTEM-i conference 2003*. Accepted.
3. Luik, P., Marandi T. Efficiency of drill-and-practice programs. *Publications of the symposium JULIS-03*. Accepted.
4. Luik, P. (2004) Väikelapsed ja arvutid. *Kasvatusteadused muutuste ajateljel*. Koostaja: M. Pandis. TPÜ Kirjastus.
5. Luik, P. (2004) Мультикультурное образование и Интернет. *Мультикультурное образование: ключевые вопросы современности и поиск решений*. Koostaja: L. Vassiltšenko. Tartu. lk. 109–115.
6. Luik, P. (2004) Drillprogrammide efektiivsuse faktorid. *Tiigrihüppe Sihtasutuse uuringute kogumik*. lk. 17–32.
7. Marandi, T., Luik, P., Adojaan, K., Laanpere, M., Uibu, K. (2004) IKT ja eesti koolikultuur. *Tiigrihüppe Sihtasutuse uuringute kogumik*. lk. 1–16.
8. Luik, P. (2003) Õpistrateegiad arvutipõhise õppe korral *Õpilane ja muutuv õpiinfokeskkond 1993–2003*. Koostaja: L. Vassiltšenko. Tartu. lk. 63–74.
9. Marandi, T., Luik, P. (2003) Teacher Training – With or Without Computers? *Proceedings of the 2003 European Conference on eLearning 6–7 November 2003*, in Glasgow, UK, pp. 303–310.
10. Mikk, J., Luik, P. (2003) Characteristics of multimedia textbook that affect post-test scores. *Journal of Computer Assisted Learning*. (CC) Vol. 19 Issue 4, pp.528–537.
11. Luik, P. (2003) Kelle jaoks valib õpetaja õpitarkvara? *Haridus Kõigile 2003*. Konverentsimaterjalid. Toimetanud: K. Karlep ja E. Krull. Tartu Ülikool Pedagoogika osakond Eripedagoogika osakond, lk. 91–98.
12. Luik, P., Marandi, T. (2003) Are Drill-And-Practice Programs for Everyone? *ATEE Spring University 2.–3. May 2003. Changing Education in a Changing Society Teachers, Students and Pupils in a Learning Society*. Book II, pp.67–73. (BEI).
13. Luik, P., Marandi, T. (2003) Effectiveness of Drill and Practice Programs in Elementary Mathematics. *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2003*(1), pp. 599–600.
14. Luik, P. (2002) Õpetajate hinnangud õpitarkvara efektiivsuse faktorite kohta. *Sotsiaal- ja kasvatusteaduste dialoog ja ühishuvid*. Koost. A. Lepik ja K. Poom-Valickis. Tallinn: Tallinna Pedagoogikaukool. lk. 338–356.

15. Luik, P. (2002) Students' preferences of electronical textbooks. *ATEE Spring University Changing Education in a Changing society in Riga on May 3.–5.* (BEI).
16. Luik, P. (2002) Factors of efficiency of electronical multimedia textbooks. In. *Learning and Educational Media*. The Third IARTEM Volume Ed. J. Mikk, V. Meisalo, H. Kukemelk, M. Horsley, University of Tartu. pp. 119–126. ERIC_No: ED467429
17. Luik, P. Pētušov, I., Sild, M. (2001) Bett. *Tiigrihüppe Sihtasutuse aastaraamat*.
18. Luik, P. (2001) Arvutid koolis. *Telematika 2000. Kool keset kaost ja korda*. Toimetajad: T. Tuisk, A. Märdimäe ja R. Laane. Tartu. lk. 62–67.
19. Luik, P. (2001) Arvutitega seonduvad kõlbelised probleemid – *Artiklite kogumik Kasvatus ja aated*. Artiklite kogumik. Toimetuskolleegium: H. Kukemelk, K. Karlep, E. Krull, J. Mikk, E. Pilli, K. Trasberg. Tartu Ülikooli pedagoogika osakonna väljaanne nr. 11, lk. 92–97
20. Luik, P. (2001) Eksperiment õpiprogrammide efektiivsuse faktorite väljaselgitamiseks – *Phare ISE programmi Infoleht* nr.5. lk. 15.
21. Luik, P. (2000) Õpitarkvara ja selle kasutamine. *Tiigrihüppe Sihtasutuse Aastaraamat* lk.34–35
22. Luik, P. (2000) Lapsed ja koduarvuti. *Haridus* 2, lk. 32–35.
23. Luik, P., Tago, M. (2000) Arvutite kasutamise efektiivsus õppetöös. *Haridus* 6, lk. 42–44.
24. Luik, P. (2000) Õpitarkvara. *Haridus ja sotsiaalne tegelikkus*. Artiklite kogumik. Tartu Ülikooli pedagoogika osakonna väljaanne nr.10, lk. 105–109.
25. Luik, P. (1999) Koduarvuti ja kooliedukus. *Haridus ja kasvatusväärtused ühiskonnas*. Artiklite kogumik. Toimetajad: I. Kraav, J. Mikk. Tartu Ülikooli pedagoogika osakonna väljaanne nr.9, lk. 94–99.
26. Luik, P. (1998) Arvutid ja õpilane. *Haridus* 6.
27. Luik, P. (1998) Arvutid koolis: poolt ja vastu. *Kodu ja kool muutuv asjas*. Artiklite kogumik. Toimetajad: J. Mikk, I. Kraav, T. Pedastsaar. Tartu Ülikooli Pedagoogika osakonna väljaanne nr.7, lk. 217–224.
28. Luik, P. (1996) Abielud ja lapsed Viljandimaal. *Sakala kalender*. lk. 116–117.
29. Luik, P. (1995) Esimesse klassi astujate arvu prognoos Viljandi maakonnas – *Viljandimaa haridusteatmik*. Koostaja: M. Servinski. lk. 32
30. Luik, P. (1995) Nimedest Viljandimaal. *Sakala kalender*, lk.134–136.
31. Luik, P. (1995) Kooliõpilaste nimedest. *Viljandimaa haridusteatmik*. Koostaja: M. Servinski. lk. 33.
32. Луйк П., Тамме, Э., Ханстейн, Г. (1989) Решение параболического управления методом сплайн-коллокаций. Проекционные методы в задачах математической физики. *Tartu Ülikooli Toimetised*, Vihik 863.

DISSERTATIONES PEDAGOGICAE UNIVERSITATIS TARTUENSIS

1. **Карлп, Карл.** Обоснование содержания и методики обучения родному языку во вспомогательной школе. Tartu, 1993.
2. **Ots, Loone.** Mitmekultuurilise hariduse õppekomplekt eesti kirjanduse näitel. Tartu, 1999.
3. **Hiie Asser.** Varajane osaline ja täielik keeleimmersion Eesti muukeelse hariduse mudelitena. Tartu, 2003.