

Tartu Ülikool
Haridusteaduskond

Pedagoogika teadusmagistri õppekava

Juta Jaani

Suunatud uurimuslik õpe ja lapse kognitiivne
areng algklassides

Magistritöö

Juhendaja: prof. Toomas Tenno
Kaasjuhendaja: dotsent Piret Luik

Läbiv pealkiri: uurimuslik õpe ja kognitiivne areng

Tartu 2010

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS.....	3
2. ÕPILASTE ARENG JA LOODUSTEADUSTE ÕPPIMINE	5
2.1. Algklassiõpilaste kognitiivne areng ja seda mõjutavad tegurid	5
2.2. Erinevad lähenemised loodusteaduste õppimisele	10
2.2.1. Traditsioonilised lähenemised.....	10
2.2.2. Konstruktivistlikud lähenemised.....	11
2.2.2.1. Suunatud uurimuslik õpe.....	16
2.3. Loodusainete õpetamine Eestis	19
2.4. Suunatud uurimusliku õppe Science and Technology for Children (STC) õppeprogramm	21
3. ÕPETAMISE MÕJU KOGNITIIVSELE ARENGULE.....	26
3.1. Uurimuse eesmärk ja hüpoteesid.....	26
3.2. Valim.....	27
3.3. Mõõtvahend.....	28
3.4. Uurimuse protseduur	31
4. Tulemused	33
4.1. Eksperimentaal- ja kontrollrühmade võrdlus	33
4.2. Eksperimentaal- ja kontrollrühma esimese ja teise testimise tulemuste võrdlus	36
4.3. Poiste testitulemuste muutused eksperimentaal- ja kontrollrühmas.....	37
4.4. Tüdrukute testitulemuste muutused eksperimentaal- ja kontrollrühmas.....	38
5. ARUTELU	39
6. KOKKUVÕTE.....	46
SUMMARY	48
KASUTATUD KIRJANDUS	50
LISA 1.	56

1. SISSEJUHATUS

Uus, 2010. aasta Põhikooli riiklik õppekava seab loodusteaduste õppimisel olulisele kohale loodusteadusliku kirjaoskuse arendamise. Õppimise keskmes on loodusteaduslike probleemide lahendamine loodusteaduslikule meetodile tuginevas uurimuslikus õppes, väärtustatakse sisemiselt motiveeritud ja loodusvaldkonnast huvituvat õpilase kujundamist (Põhikooli riiklik õppekava, 2010).

Õppekava rakendamine eeldab nii uurimusliku meetodi tundmist, kui ka tugimaterjalide olemasolu (Kikkas, 2001; Mikk, 2001; Rannikmäe, 2001). Samas näitavad erinevad uuringud, et Eesti õpilaste loodusteaduslikud uurimisoskused on tagasihoidlikud (REKK, 2007; Kikas, 1997; Kaljusmaa, 2003; Kanter, 2000; Laius, 2003; REKK 2006; Teppo, 2004).

Käesolev töö käsitleb suunatud uurimusliku õppe mõju esimese kuni kolmanda klassi õpilaste kognitiivsele arengule. Kasutades neuropsühholoogilist testi NEPSY, on töö eesmärgiks võrrelda õpilaste kognitiivset arengut traditsioonilise ja suunatud uurimusliku õpetamise korral, toetudes varem läbiviidud uuringutele lapse kognitiivse arengu kohta.

Töö teoreetilist osa alustatakse kirjandusepõhise ülevaatega uuritavas eas laste kognitiivse arengu ja seda mõjutavate tegurite kohta. Seejärel kirjeldatakse nii traditsioonilisest kui ka konstruktivistlikust õpikäsitusest lähtuvaid lähenemisviise loodusainete õpetamisele ning tutvustatakse lähemalt Science and Technology for Children (STC) õppeprogrammi kui konstruktivistliku õpikäsituse üht rakendust loodusteaduste õppimise valdkonnas.

Uurimistulemustes võrreldakse nii õpetamise meetodite vahelisi seoseid, kui ka rühmasiseselt toimunud muutusi, eraldi käsitletakse ka õpetamise meetodi ja õpilaste soo vahelisi seoseid. Seejärel analüüsitakse saadud tulemuste ja neid tulemusi mõjutavate tegurite vahelisi seoseid nagu näiteks kognitiivne areng ja õpetamise meetodid varem tehtud uuringu tulemustega.

Soovin avaldada tänu oma juhendajatele professor Toomas Tennole ja dotsent Piret Luigele ning Anneli Kolk'ile, kes juhendas NEPSY testi kasutamist. Olen väga tänulik uurimuses osalenud kooli töötajatele ja õpilastele meeldiva koostöö eest ning kolleegidele tehtud märkuste eest. Lõpuks soovin tänada ka oma perekonda toetuse ja mõistmise eest.

2. ÕPILASTE ARENG JA LOODUSTEADUSTE ÕPPIMINE

2.1. Algklassiõpilaste kognitiivne areng ja seda mõjutavad tegurid

Areng on süstemaatiline muutumine, mis võib olla kasvamine, küpsemine, diferentseerumine, süstemaatiline progress või edasimineku. Omakorda eristatakse veel füüsilist, kognitiivset ja sotsiaalset arengut. Kognitiivset arengut seostatakse tavaliselt vanusest sõltuvate muutustega teadmistes ja teadmist väljendavate tegevustega. Selleks, et õppijaid efektiivselt õpetada ja toetada, on vaja teada nende arengu taset ja arengu seaduspärasusi (Kikas, 2000).

Epstein (2001) toob välja, et närvisüsteemi areng toimub lapseas kindlate staadiumitena. Alates 6. eluaastast algab lapsel kiire kognitiivse süsteemi arengu periood, mil toimub ühenduste loomine erinevate funktsionaalsete piirkondade vahel, võimaldades kognitiivsete blokkide koostööd. Edasine areng on suunatud kognitiivsete süsteemide koostöö kasvule, mis põhiosas toimub 8.-10. eluaastal aeglase kasvu perioodis. 10. eluaastal algab uus kiirema arengu periood, mil toimub varem loodud seoste kinnistumine, 12.-14. eluaastal järgneb aeglase kasvu periood, kui areneb kognitiivne paindlikkus ja kohastumine ning jätkub väljaarenenud võimete treening (Epstein, 2001).

Vanuse mõju kognitiivsete funktsioonide arengule on tähelepanuväärsem 5. kuni 8. eluaastani võrreldes 9. kuni 12. eluaastaga. Siit järeldub, et neurokognitiivne areng on kiirem vanuses 5. kuni 8. eluaastani ning aeglasem vahemikus 9. kuni 12. eluaastani (Korkman, Kemp & Kirk, 2001). Erinevate uuringute tulemused rõhutavad vanuse mõju kognitiivsete funktsioonide sooritustulemustele enne 9. kuni 10. eluaastat, kui pärast seda (Korkman, 2001).

Kogu arengut mõjutab oluliselt keskkonnast saadav info. 6.-7. aastatele lastele lisandub uus sotsiaalne väljakutse, milleks on kool. See oluline keskkonnamuutus stimuleerib kogu kognitiivset arengut. M. Korkman (2001) toob välja keskkonna ning õpetamise mõju lapse arengule. Koolieelses ja koolieas on keskkonna stiimulite ja õpetamise mõju isegi suurem kui mistahes teisel eluperioodil. Närvisüsteemi ja keskkonna koostoime tulemusena omandab laps põhilised oskused ja teadmised kultuurist ja võtab sisemiselt omaks konkreetsest sotsiaalsest kontekstist käitumise, motiivid ning väärtused. Koolis omandatakse ning harjutatakse uusi

oskusi: lugemine, häälimine, matemaatilised oskused, õpitakse tähele panema suulisi juhiseid, enesekontrolli, grafomotoorseid oskusi jne. Need uued oskused sõltuvad arvatavasti neurokognitiivsetest võimetest, aga need ka suurendavad võimeid (Korkman, Barron-Linnankoski & Lahti-Nuuttila, 1999).

Tulviste (2008) märgib, et keele kaudu omandatakse suurem osa teadmistest ning parem keelekasutus võimaldab enda mõtteid teistele paremini arusaadavaks teha. Uuringud on näidanud, et kõne areng ennustab kogu lapse edaspidist arengut ning kõne arengu mahajäämus tekitab probleeme ka lapse arengu teistes valdkondades, näiteks tema tähelepanus, mõtlemis- ja õppimisvõimes (Tulviste, 2008). Näiteks lugemise omandamine sõltub tavaliselt oskusest sõnu analüüsida. Aga õige on ka vastupidi: paljud uuringud on näidanud juhendite kasutamise selget efekti fonoloogilisele suutlikkusele (Korkman et al., 1999). Kool ei ole arvatavasti ainus kiiret arenemisprotsessi mõjutav tegur selles vanusevahemikus. Siiski ei ole veel kindlaks määratud, millisel määral sõltuvad erinevad funktsioonid keskkonna mõjudest ja kooliõpingutest (Korkman et al., 2001). Huttenlocher, Levine ja Vevea (1998) viisid läbi katse, milles uuriti keskkonna mõju lapse kognitiivsele arengule ning leidsid, et õpetamisel on oluline mõju laste sõnavara, süntaksi ning kontseptsioonide arengule.

Soo mõju on palju uuritud ning on leitud mõned erinevused. Kuid M. Korkman (2001) leidis ka seda, et üldiselt kalduvad olema sarnasused tüdrukute ja poiste vahel palju olulisemad, kui erinevused.

Neuropsühholoogilised uuringud vanuseliste tulemuste seostest erinevate tegevuste funktsioonidega võivad mõjutada meie arusaamist arenguperioodidest ja vastuvõtlikkusest mõjudele ning õpetamisele, ealised muutused tähelepanus ja teistes tegevuste piirangutes ja uute oskuste omandamise seostamine õige ajastamisega (Korkman, 2001).

Vanuselised muutused erinevates funktsioonides. Korkman jt (2001) tegid Ameerikas läbiviidud 800 lapse testimistulemuste põhjal järgmised järeldused vanuse mõjust kognitiivsete funktsioonide arengule. Neurokognitiivsed funktsioonid võivad antud uuringu tulemuste põhjal olla põhiliselt välja kujunenud 9.-eluaastaks. Hilisem vanusega seotud kasv võib sõltuda rohkem funktsioonide kombineerimisest ja teadmiste ning kogemuste lisandumisest. Tendents saavutada varakult maksimaalne tulemus võib olla iseloomulik neuropsühholoogilisele testile, mis tihti

keskenduvad spetsiifilistele funktsioonide aspektidele. On mõistlik eeldada, et põhilised kompetentsid, nagu näiteks uute nimede õppimine, nägude äratundmine jne, on omandatavad lapsepõlves. Ealised mõjud neis funktsioonides võivad lõppeda enne, kui saavutatakse täiskasvanute tase. Palju komplekssemaid oskusi ja teadmisi mõõtes, nagu akadeemiline edukus ja intelligentsus, leiame arvatavasti, et need paranevad ka täiskasvanueas. Tundub olevat õige, et neurokognitiivne areng on järsem kuni 9-eluastani ja palju laugem pärast seda iga, kuigi otseseid tõendeid selle kohta on raske saada (Korkman et al., 2001).

Klenberg jt (2001) rõhutavad, et suhteline funktsionaalne küpsus mingis kognitiivses valdkonnas ei tähenda siiski, et edasist arengut ei toimuks: areng kulgeb mittelineaarselt ja teatavast vanusest alates võib funktsiooni mahu kasv võrreldes varasema perioodiga olla tagasihoidlik. Kuigi on võimalik eristada eriti kiire arengu astmeid, ei tähenda see, et sooritused ei arene üldse teistel vanuseastmetel. Mõned arengulised muutused ilmnevad arvatavasti nii kiirete muutuste perioodist varem, kui ka hiljem (Klenberg, Korkman & Lahti-Nuutila, 2001).

Uurijad tegid kindlaks, millises vanuses osatesti tulemused enam oluliselt ei paranenud ehk saavutati 12-aastase tase, mis ka hilisemas eas enam oluliselt ei paranenud. Tulemused näitasid, et *tornitestis* saavutatakse küpsus 8-aastaselt, visuaalse tähelepanu, auditiivse tähelepanu ja semantilise ladususe testis aga 10-aastaselt. Viimasena saavutatakse 12-aastaste tase foneemilise ladususe osatestis 11-aastaselt (Klenberg et al., 2001).

Tähelepanu ja suunatud tegevus. Ajupiirkondadest küpseb kõige hiljem frontaalsagar koos sellega seotud eksekutiivsete ehk täidesaatvate funktsioonidega (Anderson, Anderson, Northam, Jacobs & Cattroppa, 2001). Mitmed frontaalsagara funktsioonide aspektid (mälujaht, töömälu ja planeerimisoskused) ei ole 12. eluaastaks veel funktsionaalselt küpsenud (Luciana & Nelson, 2002).

Tornitest on kompleksne ülesanne. Klenberg jt (2001) märgivad, et lisaks sellele, et osatest mõõdab täidesaatvate funktsioonide planeerimisoskust, nõuab ta mitmete teiste tähelepanu ja täidesaatvate funktsioonide osafunktsioonide, näiteks pidurdamine ja töömälu, kasutamist, aga võimalik, et ka visuaal-ruumilisi oskusi. On ka võimalik, et kognitiivne nõue komplekses *tornitestis* võib tugevalt sõltuda strateegiast, mida osaleja kasutab osatesti sooritamisel, mis võib kaasa tuua tulemuste erinevusi. Erinevused *tornitesti* tulemuste arengus

võivad olla seotud mitmete kognitiivsete funktsioonide arenguga, nagu ka ülesandespetsiifiliste muutustega (Klenberg et al., 2001). Uuringus ilmnisid olulised erinevused üsna võrreldavates vanuseastmetes – 8. ja 12. eluaastal. On tõenäoline, et oluline erinevus leitakse *tornitestis*, kui võrreldakse 12-aastaste tulemusi täiskasvanute tasemega, sest täiskasvanute poolt saavutatud tulemus oli kaugel 12-aastaste tulemustest (Korkman et al., 2001). Luciana jt lisavad, et *tornitesti* kõige raskemad ülesanded (viiekäigulised) ei ole veel 12. aastaste jaoks lahendatavad. Ülesannete lahendamine oli seotud nende raskusastmega (sõltudes käikude arvust ülesande lahendamiseks). 4-6 aastased lapsed lahendasid kolmekäigulisi ülesandeid võrdselt täiskasvanutega, samas kui vanemad lapsed (7.-10. aastased) ei saavutanud täiskasvanute taset. Antud uuring ei näidanud olulisi seoseid ülesande ja soo vahel (Luciana & Nelson, 2002; Kolk, Ennok & Jaani, 2005).

Auditiivse ja visuaalse tähelepanu osatestides toimus areng nii reaktsiooni kiiruse kui ka täpsuse osas kuni 10. eluaastani ja pärast 10. eluaastat täheldati ainult vähest tulemuste paranemist ning tähelepanu oskused võivad toimida üksteisest suhteliselt sõltumatult (Klenberg et al., 2001).

Oluline soo mõju leiti *visuaalse ja auditiivse tähelepanu* (vastamisviisi vaheldumise osa) osatestides. Kõigis osatestides olid tüdrukud poistest paremad (Klenberg et al., 2001; Kolk et al., 2005).

Keelelised funktsioonid. Keelelises arengus toimuvad suuremad muutused enne 7. eluaastat. Edasises arengus peetakse koolihariduse mõju lapse vanusest olulisemaks. Keerulisemates fonoloogilise töötamise valdkondades jätkub areng veel ka esimestes klassides, kuni 9. eluaastani (Korkman et al., 1999).

Viimasena areneb edasi *keelelise ladususe* osatest, mida loetakse täidesaatvate funktsioonide üheks väljenduseks, saavutades semantilise ladususe osas küpsuse 10. eluaastaks ja foneemilise ladususe osas 11. eluaastaks, kuid jätkates arenemist ka hilisemates vanuserühmades (Klenberg et al., 2001). Korkman jt (2001) leidsid sarnaselt varasematele uuringutele, et ka *kiire nimetamise* osatesti tulemuste paranemine jätkub kuni 12. eluaastani. Põhjendusena toovad Klenberg jt (2001), et kuna ülesanne nõuab tegutsemisstrateegiate aktiivset kasutamist, enda käitumise jälgimist ja hindamist (samuti efektiivset otsimist ja tootmist), siis *keelelise ladususe* osatest võib esindada kõrgel tasemel kognitiivseid (täidesaatvaid) funktsioone, mis küpsevad

hiljem ja samuti varieeruvad suurel määral täiskasvanud inimestel (Klenberg et al., 2001). Teine selgitus oleks, et neil alatestidel ei ole soorituse ülempiiri, mida näitab testitulemuste suur varieeruvus 12-aastaste tasemel (Korkman et al., 2001). Kolk jt (2005) said Eestis läbiviidud uuringus sarnased tulemused *keelelise ladususe* ja *kiire nimetamise* osatestides, kuid tulemuste olulist paranemist ei leitud *juhiste mõistmise* alatestis.

Soo ja vanuse oluline seos leiti *semantilise ladususe* osatestis, kus tüdrukud edestasid poisse vanustes 8, 9 ja 12 eluaastat (Klenberg et al., 2001). Ka Helekivi (2006) leidis oma uuringus soolised erinevused 5.-7. aastastel laste kognitiivsetes näitajates – tüdrukud on võrreldes samaealiste poistega verbaalselt osavamad ning et tüdrukutel on poistest parem ja laialdasem sõnavarakasutus. Korkman jt (1999) tõdevad samas, et kuigi tüdrukud võivad varem omandada lingvistilised oskused, ning mõnedes alatestides poisse edestada, siis poisid jõuavad neile kiiresti järele.

Sensomotoorsed funktsioonid. Motoorne osavus saavutatakse juba 6. eluaastaks (Luciana & Nelson, 2002) ning mootorsete ja visuomotoorsete võimete osas on uuringud näidanud kiiremat arengut enne 9. eluaastat (Korkman et al., 2001), sama tulemuseni jõudsid ka Kolk jt (2005). Korkman jt (2001) teevad oletuse, et põhiliste mootorsete funktsioonide areng on kaldu, pöördudes selle vanusevahemiku normaalsel rahvastikul.

Ühes uuringus on leitud, et tüdrukud edestavad poisse visuomotoorse täpsuse osatestis (Kolk et al., 2005).

Mälu ja õppimine. Mälutestides leiti, et mälu ja õppimise oskused (nt *jutu õppimine*) paranesid oluliselt 7- kuni 13-aasta vahemikus, kõige enam aga vanusevahemikus 8-10 eluaastat. Vanemad vanuserühmad kasutavad rohkem meeldejätmist hõlbustavaid strateegiaid, kui nooremad vanuserühmad ning struktureerivad materjali paremini. Ainult *näo äratundmise* testis ei muutunud tulemuste keskmine oluliselt pärast 8. eluaastat, nii et selle alatesti vanusetundlikkus võib olla küsitav (Korkman et al., 2001). Ka Kolk jt (2005) leidsid, et *jutu õppimise* ning *nimede õppimise* osatestide tulemused paranesid vanusega statistiliselt oluliselt, samas kui *näo äratundmise* testis olulist erinevust ei leitud. Tüdrukud said oluliselt paremad tulemused *jutu õppimise* osatestis ning pisut paremini tegid ka *nägude äratundmise* ja *nimede õppimise* ülesanded.

Kuigi NEPSY osatestid on koostatud tähelepanu pöörama ühele kindlale võimele, on ülesanded tavaliselt mitmedimensioonilised. See tähendab, et erinevad arengutrendid võivad osaliselt reflekteerida raskusastet või teiste kognitiivsete funktsioonide mõju (Klenberg et al., 2001). Ühe kognitiivse funktsiooni areng ja väljakujunemine mõjutab omakorda teiste funktsioonide arengut, sest suurenev kompetentsus ühes valdkonnas soosib uute strateegiatega rakendamist ja funktsionaalsete süsteemide koostööd. Erinevad kognitiivsed funktsioonid arenevad sageli koos, nii näiteks pole mälu areng mõeldav ilma keelelise arenguta, sest keel võimaldab infot kodeerida ja mälujäljena säilitada. Keel aitab ühtlasi suunata vastava info otsimist ja leidmist teiste mälujälgede hulgast. Uurijad on näidanud, et siin on individuaalsed varieeruvused kõige suuremad. Täidesaatvad funktsioonid sõltuvad nii tähelepanust, kognitiivsest paindlikkusest, töömälust kui planeerimise oskustest (Kolk et al, 2005).

2.2. Erinevad lähenemised loodusteaduste õppimisele

2.2.1. Traditsioonilised lähenemised

Suure osa 20. sajandi vältel keskendus kooli loodusainete õppekava, eriti gümnaasiumi osas, väikese arvu teadlaste ja inseneride erialaseks koolitamiseks vajalike põhiteadmiste edastamisele. Enamasti on loodusteadusi õpetatud vormis, mis tähtsustab loodusainete tundmist, ning vähem tähelepanu pöörati loodusteadulike teadmiste rakendamisele inimese igapäevaelus (REKK, 2007). Arusaam loodusteaduste õpetamise kohta on sageli olnud selline, et õpetaja varustab õpilasi suure hulga loodusteaduslike faktidega koos paljude spetsiifiliste teaduslike sõnadega, aga vähem tähelepanu pööratakse loodusteaduslike teadmiste rakendamisele inimese igapäevaelus (Alberts, 2000; vrd Kanter, 2000). Õpetaja, kes kasutab traditsioonilisi õpetamise meetodeid, töötab enamasti sama ülesandega samal ajal, järgib sama plaani ja peab jõudma sama õige vastuseni (Barnes & Foley, 1999) ning toetub õpikule kui põhilisele vahendile informatsiooni edasiandmiseks õpilastele (National Science ..., 1997; Mikk, 2001; Kikkas, 2001). Õpikutes on rõhk terminite õpetamisel, mida õpilased pähe õpivad. Raamatus kirjeldatav ei arvesta laste tavateadmistega ning õpilased on klassiruumis suhteliselt passiivse vastuvõtja rollis (Kikas, 1997).

Mida aeg edasi, seda enam tugevnesid 20. sajandi vältel aga nende hääled, kes kinnitasid, et niisugune õpetamisviis ei arvesta psühholoogilisi avastusi selle kohta, kuidas õpilased loodusteadusi õpivad (nt Glynn, Yeany & Britton, 1991). Õpilased, kellele koolis tutvustatakse loodusteadusi kui tuntud ja teadaolevate reeglite kogu, mis tuleb pähe õppida, leiavad, et loodusteadused on tüütud, meelevaldsed ja arusaamatud, isikliku tähenduseta (nt Quéré, 2008; National Science ..., 1997) ning nad kaotavad motivatsiooni sellisel viisil õppida. Ohuna on osutatud ka sellele, et kui õpilased kogevad teadust traditsioonilisel viisil, näevad nad teadust kui kindlat ja kaheldamatut, valmis ja lõpetatud teadmiste kogu (Barnes & Foley, 1999) ega õpi iseseisvalt mõtlema (Rannikmäe, 2001). Õpetajad jäävad ilma võimalusest diskuteerida õpilastega selle üle, mida nad teavad, hinnata oma õpilaste eelteadmisi, avastada väärarusaamu, ja kontrollida mida nad veel ei tea. Traditsioonilises klassis on võimalused eneseväljenduseks piiratud ning avastamise tahe, mis on teadlasena töötamisel väärtuslik, on hääbunud (Barnes & Foley, 1999). Kooliõpetus, kus rõhk on päheõppimisel, võib anda väliselt häid tulemusi vahetult pärast õpetamist, kuid pole efektiivne kaugemas perspektiivis. Õpilased unustavad koolis õpitu varsti, pöördudes tagasi oma tavaselgituste juurde. Faktilised küsimused ei võimalda hinnata mõistetest-nähtustest arusaamist, „head“ vastused võivad olla lihtsalt õpiku teksti kordamine (Kikas, 1997). Traditsiooniline õpetamine ei pööra piisavalt tähelepanu ka üldhariduslikele eesmärkidele nagu sotsiaalsete oskuste ja väärtushinnangute kujundamine (Rannikmäe, 2001).

2.2.2. Konstruktivistlikud lähenemised

Kirjeldatud kriitika lähtub nn konstruktivistlikest arusaamadest mõtlemise ja õppimise kohta. Sellisest taustast lähtuvad uuringud näitavad, et õpilaste tajus on selektiivne ja subjektiivne, nende eelteadmised, nn isiklikud teooriad ja mudelid, ootused ja eelarvamused määravad tähelepanemiseks valitavat informatsiooni: see, mida õpilased tähele panevad, määrab selle, mida nad õpivad, ning õpilased mõistavad uut infot, ideid ja kogemusi nõnda, kuidas see kõige paremini sobib juba varasemast olemas olevate teadmistega (Champagne & Bunce, 1991; Glynn et al., 1991). See asetab otsese vastutuse õppimises õppiija ideede aktiivsele genereerimisele – laps õpib läbi tegevuse, mis lubab tal avastada ja luua oma arusaamine ning tähendus (Padilla, 1991). Seega ei seisne õpilaste õpetamine mõnes aines mitte nende juhtimises teadmiste

meeldejätmiseni, vaid on hoopis viis, mille abil õpilasi julgustatakse osalema protsessis, mis loob teadmisi. Kui õpilastele antakse võimalus seostada uus kogemus varasemaga ja neid õhutatakse seda tegema, arendavad nad uusi kognitiivseid struktuure ja muutuvad iseseisvateks probleemide lahendajateks (J. S. Bruner, viidatud Lindgren & Suter, 1994).

Traditsiooniliste arusaamadega võrreldes peetakse konstruktivistlike lähenemiste puhul tähtsamaks ka õpilaste motivatsiooni, mis ongi õpilase aktiivsuse eelduseks (nt Kikas, 2000). Gagne & Driscoll (1992) järgi võib motivatsioon olla sisemine, see tähendab, et õpitakse iseenda jaoks – orientatsioon on ülesandele; või väline ja sellisel juhul õpitakse kellegi teise jaoks – orientatsioon on sotsiaalsele sõltuvusele. Sisemisteks motivaatoriteks loetakse meisterlikkuse omandamise motiiv – väljakutsete vastuvõtmine, raskete ülesannete eelistamine; uudishimu motiiv – huvi õpitava vastu ja soov saada uusi teadmisi; ning sõltumatuse saavutamise motiiv – otsida ise endale ülesandeid. Schunk jt (2008) kirjeldavad uuringute tulemusi, mis näitavad, et enamuses esimese klassi lastes on säilinud uudishimu, mis on maailma avastamisel tähtis faktor. Aga alates 3. klassist hakkab laste sisemotivatsioon langema, kuid välismotivatsioon muutub suhteliselt vähe. Eriti oluliselt langeb väljakutse vastuvõtmine, mis tähendab, et õpilased ei soovi end proovile panna ja väheneb ka uudishimu ehk huvi õpitava vastu. Seda on seletatud just võistluse domineerimise ja hinnete rõhutamisega (Schunk, Pintrich & Meece, 2008). Samal ajal rõhutatakse kõrge sisemotivatsiooni olulisust inimese elus, mis võib mõjutada elukvaliteeti täiskasvanuna ja seda, kas õpilased jätkavad edukalt hariduses või tööturul.

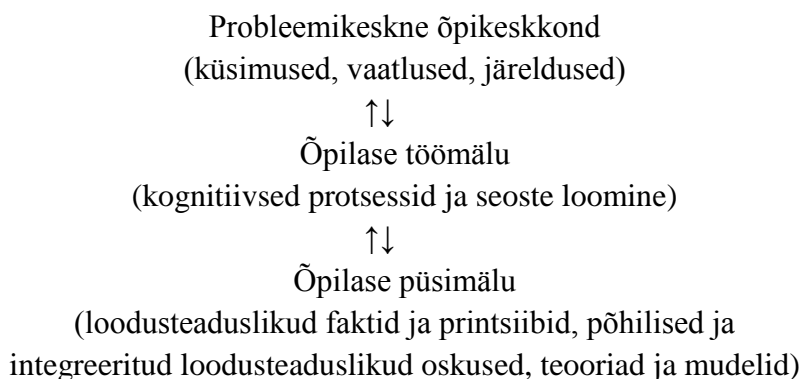
Ühe konstruktivistlike käsituste hulka kuuluva õpikäsitlusetüübi – sotsiokonstruktivistliku õpikäsitluse – kohaselt toimub õppimine paremini sotsiaalses võrgustikus, kus kaks või rohkem last arutavad õpitavat teemat. Õpilased tõlgendavad uusi teadmisi oma olemasolevatest teadmistest lähtudes, dialoogi kaudu teistega koostööd tehes, et rekonstrueerida jagatud teadmist. Tegevuste eesmärgiks on autentsed küsimused ja probleemide lahendamine, mis nõuavad kõrgema tasandi mõtlemisoskusi (Good & Brophy, 2003).

Loodusteaduste puhul ilmnevad konstruktivistlikud lähenemised enamasti erinevates **uurimusliku õppe** (nt avastusõpe, uurimuslik õpe, suunatud uurimuslik õpe) vormides. Enamik uurimusliku õppe mudeleid on seejuures variatsioonid J. Dewey lähenemisest, mis rõhutab õpilaste kaasamist küsimuste või probleemide abil. Näiteks Ameerika Teaduse Edendamise Ühingu (*American Association for the Advancement of Science*) kontseptsioon taotleb õpilaste

kaasamist teaduse tegemisse läbi diskussioonide teaduslikel teemadel, uurimisküsimuste püstitamise ja lahenduse leidmise uurimistöö läbiviimise kaudu (Good & Brophy, 2003).

Glynn jt (1991) toovad välja, et loodusteaduste õpetamisel peab õpetaja rõhutama loodusteaduslike protsesse rohkem kui ainult sisu, sest õpilased, kes saavad aru protsessist, on paremini ettevalmistatud iseseisvaks loodusteaduslike teadmiste omandamiseks. Tuleb kasutada mõistelistel alustel olevaid, protsessile orienteeritud õpetamise meetodeid, õpetaja ja õpilased peavad aktiivselt organiseerima, välja töötama ja interpreteerima teadmisi, mitte neid ainult kordama ja meelde jätma. Õpilased peavad olema võimelised seletama kontseptsioone oma sõnadega, mitte kordama õpiku autorite poolt kirjapandut. Õpetaja ja õpilased peavad koos esitama huvitavaid küsimusi loodusteaduslike nähtuste kohta, püstitama hüpoteese teaduslike nähtuste põhjuste kohta, koguma andmeid ja kavandama teaduslikke katseid oma hüpoteeside kohta ning konstrueerima teooriaid ja mudeleid, mis uuritavaid nähtusi selgitavad. Läbi kõigi koostöö staadiumite peavad õpetajad ja õpilased “mõtleva valjult”, et aidata õpilastel reflekteerida nende endi teadusliku arusaamise protsesse (see on, mõelda metakognitiivselt) ja täiustada neid protsesse (Glynn et al., 1991). Oluline osa konstruktivistlikult orienteeritud õppekavas peaks olema tähenduse üle arutlemine. Õpilastele tuleb anda võimalusi luua enese jaoks tähendus õpitust, arutledes tähenduse üle, võrreldes olemasolevaid teadmisi uue kogemusega ja lahendades vasturääkivusi selle vahel, mida juba teatakse ja mis näib tähendavat uus kogemus (Lorsbach & Tobin, 1992).

Teisisõnu, õpetajad peavad aitama õpilastel mõelda teaduslikult. Õpilase loodusteadusliku arutlemise lõpp-produktid on teooriad ja mudelid. Loodusteadusliku mõtlemisoskuse kognitiivne mudel on toodud joonisel 1.



Joonis 1. Loodusteadusliku mõtlemisoskuse kognitiivne mudel (Glynn et al., 1991, lk 10).

Uurimuslik lähenemine on õpetajate jaoks kindlasti väljakutse. See eeldab erinevate juhendamise viiside kasutamist, mis annaks võrdse kaalu mõtlemise arendamisele ja teadmiste omandamisele ning erinevatele viisidele õpilaste omavahelise suhtlemise juhtimiseks grupitöodes. See nõuab ka erinevat ajakasutust ning õpetamise eesmärkidega kooskõlas olevaid hindamise meetodeid (Krajcik, Blumenfeld, Marx & Soloway, 2000).

Kuigi õpetajad algul leiavad, et uurimuslikult on õpilasi raske õpetada, on nad väga rahul, kui näevad õpilasi motiveeritult õppimas, muutumas, näitamas sügavat arusaamist loodusteadulikest teadmistest (Tankler, 2005).

Uurimusliku õppe meetodi rakendamisel on kõige rohkem vaidlusi tekitanud erinevate uurimusliku õppe vormide efektiivsus nende juhendamise (õpilaste suunamise) määra alusel. Erinevate uurimusliku õppe meetodite kasutamine on suunatud erinevate eesmärkide saavutamisele ja seega on ka saadavad tulemused erinevad. Kõige problemaatilisemaks peetakse avastusõpet ja õpilaste iseseisvat uurimust ning kõige efektiivsemaks juhendatud uurimust ehk suunatud uurimuslikku õpet (Mayer, 2004).

Bonnstetter (1998) on uurimuslikud tööd nende juhendamise määra vähenemise järgi seadnud järjekorda – traditsiooniline katsetamine, struktureeritud ehk suunatud uurimus, juhendatud uurimus, õpilaste juhitud uurimus, õpilaste iseseisev uurimistöö. Uurimuslike oskuste areng eeldab struktureeritud uurimuse kogemusi (vt ka tabel 1).

Traditsioonilised loodusteaduslikud katsed ehk nn “kokaraamatu” katsed on need, kus õpetaja juhib otsuste tegemist teemavalikust kuni järeldusteni. See ei ole halb viis loodusteaduste õpetamiseks, aga see ei ole uurimuslik õpe.

Struktureeritud laboratoorsete katsete käigus soovitakse, et õpilane jõuaks individuaalsete järeldusteni, mis toetuksid tõenditele. Uurimusliku õppe areng eeldab struktureeritud kogemusi, mis on suur samm edasi nii õpilastele, kui ka õpetajatele. Ka õpilased läbivad sama arenguprotsessi nagu õpetajadki.

Juhendatud uurimuses valib teema, küsimuse ja materjalid ikka veel õpetaja, aga õpilased on kohustatud uurimust kavandama, tulemusi analüüsima ja järeldusteni jõudma. Protseduurid valivad ja kavandavad nii õpetaja kui ka õpilased koos.

Õpilaste juhitud uurimuses on õpilane vastutav kõige eest, välja arvatud teemavalik ja (võib-olla) vähene suunamine küsimuse püstitamisel.

Õpilaste iseseisev uurimus on uurimusliku õppe põhiline eesmärk. Sellel tasemel vajab õpilane ainult tuge ja juhendamist õpetaja poolt. Kuigi see eesmärk ei ole kõigi jaoks või isegi suuremale osale õpilastest jõukohane, peavad õpetajad mõistma, kuidas aidata õpilasi, kellel on nii huvi, edasipüüdlikkust ja ka võimeid jõuda tõelise uurimuseni (Bonnstetter, 1998).

Tabel 1. Uurimuslike tegevuste järjestus juhendamise määra vähenemise alusel (Bonnstetter, 1998).

	Traditsiooniline katsete läbiviimine	Struktureeritud uurimus	Juhendatud uurimus	Õpilaste juhitud uurimus	Õpilaste uurimus
Teema	õpetaja	õpetaja	õpetaja	õpetaja	õpetaja/ õpilane
Küsimus	õpetaja	õpetaja	õpetaja	õpetaja/ õpilane	õpilane
Materjalid	õpetaja	õpetaja	õpetaja	õpilane	õpilane
Protseduurid/ kavandamine	õpetaja	õpetaja	õpetaja/ õpilane	õpilane	õpilane
Tulemused/ analüüs	õpetaja	õpetaja/ õpilane	õpilane	õpilane	õpilane
Järeldused	õpetaja	õpilane	õpilane	õpilane	õpilane

Traditsioonilise katsete läbiviimise tasemelt (nn kokaraamatu katsed) vähemalt juhendatud uurimistöö läbiviimise tasemele jõudmine annab mitmeid olulisi tulemusi – see muudab õpetaja rolli, õpilaste intellektuaalset arengut ja isegi klassis valitsevat õpikeskkonda (Bonnstetter, 1998; Tankler, 2005). Nii jõuame õpilaskeskse õpetamiseni ja loome õpikeskkonna, kus keskendutakse õppimisele, mitte õpetamisele. Kuid selleks, et õpetaja käitumine muutuks paljude üksikute komponentide (meetodite) kasutamisest kindlal eesmärgil rakendatud terviku saavutamiseni, kulub kolm kuni viis aastat (Bonnstetter, 1998).

Üheks näiteks antud meetodi rakendamise probleemidest toovad välja J. Pine jt (2006), kes võrdlesid Ameerikas uurimusliku õppekava ja õpikul põhineva õppekava järgi õppivate viiendate klasside õpilase (41. klassist) uurimisoskusi. Nad leidsid erinevuse uurimusliku õppe kasuks vaid ühe ülesande puhul ja ei leidnud olulist vahet kolme ülesande puhul. Kuigi antud uuringu puhul ei olnud kindel, kas saadud tulemused on hindamise, õppekava või õpetamise viga, on juba varem läbiviidud uuringud näidanud, et vaid vähesed õpetajad jõuavad nn kokaraamatukatsetest kaugemale. Uurimusliku õppe puhul on õppekavale lisaks väga oluline efektiivne juhendamine, muidu toetub õpilane probleemide lahendamisel vaid oma eelteadmistele ja intelligentsusele (Pine et al., 2006).

Euroopa Komisjoni ekspertgrupp esitas 12.06.2007 raporti "Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe". Raport osutab vajadusele rakendada didaktilise õpetamise meetodika kõrval üha enam teadushariduse meetodikaid ja annab kõrge hinnangu uurimusliku õppe meetodikat rakendavatele projektidele:

- rahvusvaheline projekt POLLEN, milles osaleb 12 riiki;
- SINUS-Transferi programm Saksamaal (Linnamägi et al., 2008).

POLLEN (Euroopa teadushariduse jätkusuutlik edendamine ühiskonna osalusel) on Euroopa Liidu 6. raamprogrammi projekt Euroopa teadushariduse jätkusuutlikuks edendamiseks ühiskonna osalusel. POLLEN on üleeuroopaline võrgustik, mis püüab lähendada teadust ühiskonnale, koolitades uut põlvkonda õpilasi ja nende õpetajaid avastusliku õppe meetodikat kasutades. POLLENi eestvedajaks on initsiatiivgrupp, kuhu kuuluvad kaheteistkümne Euroopa riigi teaduslike ja pedagoogiliste organisatsioonide esindajad (Pollen, s.a.).

2.2.2.1. Suunatud uurimuslik õpe.

Käesolevas töös toetutakse suunatud uurimusliku õppe definitsioonile, mille kohaselt käelisele tegevusele baseeruv suunatud uurimuslik õpe kujundab lastel kõrgemat järku kognitiivseid oskusi: süsteemset teaduslikku mõtlemist, loovust, küsimuste esitamise ja probleemide lahendamise oskust, samuti otsustusvõimet, suulist ja kirjalikku väljendusoskust ning sotsiaalseid oskusi (Pollen, s.a.). Suunatud uurimusliku õppe korral saab nii õpetamisel kui ka õppimisel toetuda antud meetodil põhinevatele õppematerjalidele.

Suunatud uurimusliku õpet võib kirjeldada järgnevalt.

Uurimisprotsess on suunatud õppija enda uudishimu, huvi, imestuse või kire poolt aru saada uuritavast või lahendada probleem (Foundations, s.a.). Õpilased on kooli tulles täis entusiasmi ja elevust ning meil tuleb julgustada ja toetada nende isiklikku uudishimu, kui see ilmneb spontaanselt ja stimuleerida seda, kui see ei ilmne loomulikult. Sellisel juhul on meil vaja esitada õppijatele väljakutse sügavamalt mõelda, et nad leiaksid iseenda jaoks vastused (Minstrell, 2000).

Uurimisprotsess algab, kui õpilane märkab midagi, mis intrigeerib, üllatab või ergutab küsimusi – midagi, mis on uus, või midagi, mis ei oma tähendust õpilase eelneva kogemuse või olemasoleva arusaama põhjal. Kui õppurid on kaasatud pingutusse ise millestki aru saada, siis on tunduvalt tõenäolisem, et nad tunnevad ka rahulolu, kui see mõistmine päralt jõuab (Minstrell, 2000).

Järgmine samm on konkreetne tegevus – läbi jätku-uuringute, küsimuste püstitamise, ennustuste tegemise, hüpoteeside kontrollimise ja teooriate ning kontseptuaalsete mudelite loomise. Õpilane peab leidma oma tee selle protsessi läbimiseks. See on harva lineaarne progress, pigem edasi ja tagasi liikuv või tsükliline sündmuste seeria (Krajcik et al., 2000). Kui see protsess algab, tekib rohkem tähelepanekuid ja küsimusi, andes võimalusi sügavamaks nähtuste mõistmiseks – ning suurema potentsiaali edaspidiseks arusaamise arenemiseks (Foundations, s.a.).

Uurides kogub ja salvestab õpilane andmeid, teeb ettekandeid tulemustest ja järeldustest ja kasutab teisi allikaid nagu raamatud ning kaasõpilased. Dialoogi pidamine iseendaga ja teistega ergutab sügavat peegeldust. Kui me jagame oma vaatlusi, küsimusi ja ideid teistega, saavutame me iseendas mõtteselguse (Minstrell, 2000). Selleks, et teha kogemusest järeldust, on vaja reflekteerida, arutleda ja võrrelda andmeid teiste poolt leituga, vaatlustulemusi interpreteerida ning rakendada ideid uutes kontekstides. Kõik see aitab õpilasel konstrueerida uut maailmast arusaamise viisi (Foundations, s.a.). Kui õpilased jagavad omavahel nii küsimusi kui ideid arusaamise eesmärgil, siis kuulajad aitavad edendada nende arengut, aidates rääkijal ennast väljendada ja esitada oma ideid selgelt (Minstrell, 2000). See arendab ka õpilase keelelisi oskusi, uuringud on näidanud nende arendavat mõju just kakskeelsetele õpilastele (Pine et al., 2006).

Õpilased vajavad abi, et saada teadlikuks uurimuslike strateegiate ja tehnoloogiliste tööriistade kasutamise sisus ja oskustes, olla produktiivsed teistega koostöötamises, kompetentsed eneseregulatsiooni harjutamises ja motiveeritud vastu pidama pikaajalisel hoolikal ja mõttega töötamisel. See abi võib tulla erinevatest allikatest – õpetajalt, õppekava materjalidest, tehnoloogialt ja kaaslastelt klassis või väljapoolt klassi (Krajcik et al., 2000). Minstrell (2000) leiab, et sobilik õpetajapoolne tugi hõlmab endas austavat abi rääkijale oma võimalike mõttevigade leidmiseks või vajadust täiendava eksperimendi järele selleks, et selgitada selgusetuks jäänut, vasturääkivusi andmestikus ja argumentide toetamiseks. Individuaalset, õppijapoolset “metakognitiivset peegeldust” tugevdab õppiva kollektiivi toetus.

Pärast uurimist peaksime me olema teada saanud midagi sellist, mida me enne alustamist ei teadnud – isegi kui uuringu käigus ei leita vastust, peaks uuring olema andnud parema arusaama nendest tingimustest, mis ei kajastu lahenduses (Minstrell, 2000).

Integreeritud ja kasutatavad teadmised arenevad siis, kui õpilastel on palju erinevaid ideid – uurimuslik keskkond võib stimuleerida rohkem autentseid küsimusi (Barnes & Foley, 1999). Õpilased on haaratud tegevustesse, mis eeldavad teadmiste kasutamist. Uurimus soodustab ideede arendamist, muutmist ja esitlemist ning aitab õpilasel aru saada, kuidas erinevates distsipliinides teadmisi luuakse. Rõhk on sügavusel, mitte laiusel. Õpilaste jaoks on vestlused teistega oluline viis info vahetamiseks, oma ideede selgitamiseks ja selginemiseks, arvestamiseks teiste ideedega ja kaasõpilaste arusaamise laiendamiseks (Krajcik et al., 2000).

Kõik need tegevused on osa suunatud uurimuse kesksest loodusteadusest. „National Science Education Standards“ võtab lühidalt kokku suunatud uurimusele iseloomulikud tegevused: vaatluste sooritamine; küsimuste esitamine; raamatute ja muude infoallikate uurimine, et teada saada, mida juba teatakse; uurimuste kavandamine; ülevaatamine, mis on juba teada eksperimendi kaudu saadud tõendite valguses; tööriistade kasutamine andmete kogumiseks, analüüsimiseks ja tõlgendamiseks; vastuste, selgituste ja ennustuste pakkumine; ja tulemuste esitamine. Kõik loetletud tegevused on sügavalt seotud nii teadustraditsiooni kui ka haridusteooriaga (National Science ..., 1997).

2.3. Loodusainete õpetamine Eestis

Mitmed uuringud viitavad Eesti õpilaste uurimisoskuste nõrgale tasemele (nt Järv, 2002; Kask, 2004; Kask & Rannikmäe, 2010).

Majandusliku Koostöö ja Arengu Organisatsioon (OECD) rahvusvaheline õpilaste õpitulemuslikkuse hindamise programm PISA (Program for International Student Assessment) 2006 püüdis 15-aastaste õpilaste uuringute abil leida vastuseid järgmistele küsimustele:

- Kas õpilased on tuleviku väljakutseteks hästi ette valmistatud?
- Kas nad on võimelised tõhusalt analüüsima, põhjendama ja suhtlema?
- Kas nende huvid võimaldavad neil tulevikus edukalt toime tulla ja efektiivselt tegutseda nii majanduses kui ka ühiskonna loovliikmetena (REKK, 2006)?

Koondades põhitähelepanu loodusteaduste- ja tehnoloogiaalasele kirjaoskusele (edaspidi *loodusteaduslik kirjaoskus*), hindas PISA 2006 loodusteaduslike teadmiste rakendamist, loodusteaduslike pädevuste kasutamist ja hoiakuid (REKK, 2006). Kuigi PISA 2006 testi tulemused kinnitavad, et Eesti õpilased on väga tublid faktiteadmistes, jäi loodusteadustealane kirjaoskus tagasihoidlikumaks. Kõige rohkem valmistas õpilastele probleeme loodusteaduslike küsimuste äratundmine. Samas toodi välja ka oluline erinevus tüdrukute ja poiste vahel, nimelt on Eesti tüdrukud poistest edukamad nii loodusteaduslike küsimuste äratundmises, kui ka teadmistes loodusteaduste kohta (REKK, 2007).

I. Henno (2008) toob välja veel teisedki kitsaskohad loodusteaduste valdkonnas – tegelemine võimekate õpilastega, õpilaste huvi ja motivatsiooni kujundamine (mis saab alguse juba algkoolis), teadlaskonna ja töökäte olemasolu loodusteaduste valdkonnas. Selle probleemi lahendamiseks tuleb enam tähelepanu pöörata õpilaste huvide väljakujundamisele, kõikide õpilaste motiveerimisele ning loodusteaduslike elukutsete tutvustamisele ja tähtsustamisele. Parandada tuleks kindlasti ka meie õpilaste arusaamist loodusteaduste kui inimteadmise ja uurimise vormi iseloomulikest tunnustest ning kuidas loodusteadused kujundavad meie keskkonda, aidates kaasa inimeste elutingimuste parandamisele ja majanduse edendamisele.

Mitmete Eestis läbiviidud uurimistööde tulemusena on leitud, et loodusainete õpetamine on meil endiselt õpetaja- ja ainekeskne (Kanter, 2000; Rannikmäe, 2001) ja selle tulemusena on

loodusteaduste õppimine muutunud õpilaste jaoks üha enam ebapopulaarseks ja irrelevantseks (Kikkas, 2001; Teppo, 2004). Õpilased ei näe loodusteaduste õppimisel seost oma igapäevaeluliste probleemidega ega tulevase karjääriga (Vaino, 2008). Samuti leiavad õpilased, et loodusteadusi on raske õppida seetõttu, et nendes õpitav on igav ja abstraktne (Teppo, 2004). Selles võib ühelt poolt süüdistada nii õppekava, tasemetöid ja eksameid, kus puuduvad uurimusliku oskuse alased õpitulemused, kui ka seda, et õpetaja tööd hinnatakse eksamite ja tasemetööde tulemuste põhjal (Kask & Rannikmäe, 2010). Teiselt poolt võib selles süüdistada ka õpikuid (Kikas, 1997; Kikkas, 2001; Mikk, 2001; Soer, 2008), milles uurimisoskused ei kajastu, ning laiemat õpikeskkonda (Laius, 2003) ja õpetamise meetodeid (Kanter, 2000; Kikkas, 2001; Kaljusmaa, 2003).

Eesti Vabariigi valitsus võttis 28. jaanuaril 2010 vastu uued Põhikooli ja gümnaasiumi riiklikud õppekavad. Sellega saavad koolid endale uuendatud aluse õpetuse ja kasvatus korraldamiseks (Tõnisson, 2009). Koolid peavad oma õppekavad ning õppe- ja kasvatusgevuse riiklike õppekavadega järk-järgult vastavusse viima alates 01. septembrist 2011 kuni 01. septembrini 2013 (Põhikooli ja gümnaasiumi ..., s.a.). Kuigi märksõnana on uurimuslik lähenemine kajastamist leidnud ka kehtivas õppekavas (Põhikooli riiklik õppekava, 2002), seab uus Põhikooli riiklik õppekava (2010) loodusteaduste õppimisel loodusteaduslikule meetodile tugineva uurimusliku lähenemise varasemast märksa olulisemale kohale:

Õppimise keskmes on loodusteaduslike probleemide lahendamine loodusteaduslikule meetodile tuginevas uurimuslikus õppes. Väärtustatakse sisemiselt motiveeritud ja loodusvaldkonnast huvituva õpilase kujundamist. Uurimuslikku õpet defineeritakse kui objektide või protsesside vaatlust, probleemide määramist, info kogumist ja analüüsimist, uurimisküsimuste ja hüpoteeside sõnastamist, katsete ja vaatluste planeerimist ning tegemist, saadud andmete analüüsi ja järelduste tegemist ning kokkuvõtete suulist ja kirjalikku esitamist (lk 2).

Õppekava rakendamise toetamiseks viiakse läbi täiendkoolitusi ning koostatakse juhendmaterjale. Õppekirjanduse uuendamist kajastavas Põhikooli ja gümnaasiumi riiklike õppekavade rakendamist tutvustavast (s.a.) dokumendist võib leida ka vastuse põhikooli loodusõpetuse õppekirjanduse probleemile. Tõdetakse, et uute õppekavade rakendamine ei too tingimata kaasa kogu õppekirjanduse kohest väljavahetamist, vaid see toimub järk-järguliselt ning vastavalt vajadusele õppeaineti erinevalt, arvestades õppekavade rakendumise ajakava ning

ainekavades tehtud muudatuste ulatust ja iseloomu. Loodusõpetuse õppekirjanduse uuendamise vajadus tuleneb muutustest loodusainete ainekavades, kus on võetud suund uurimuslike oskuste arendamisele läbi praktiliste tööde ning orienteeritus igapäevaeluliste probleemide lahendamisele, kuna need aspektid on olemasolevas õppekirjanduses äärmiselt vähe kajastatud (Põhikooli ja gümnaasiumi ..., s.a.).

Seega on põhikooli loodusõpetuse õpetamiseks vaja uusi õppematerjale, mis sisaldaksid uurimuslike oskuste arendamist läbi praktiliste tööde ning oleksid orienteeritud igapäevaeluliste probleemide lahendamisele.

2.4. Suunatud uurimusliku õppe Science and Technology for Children (STC) õppeprogramm

The National Science Resources Center (NSRC) töötab National Academy of Sciences ning Smithsonian Institution juures, et edendada loodusteaduste õpetamist riigikoolides. Alates 1988. aastast on The National Science Resources Center arendanud innovatiivset käelisele tegevusele baseeruvat loodusteaduste programmi esimesest kuni kuuenda klassini – Science and Technology for Children (STC). STC programm koosneb 24-st õppemoodulist, neli igale klassile, mis on koostatud varustamaks kõiki õpilasi stimuleerivate kogemustega loodusteadustes, samal ajal kui arenevad ka nende kriitilise mõtlemise ja probleemilahendamise oskused (Electric Circuit, 1991). STC programmi on tutvustatud STC Meets the Standards (1998) kaudu. Eestis kasutusel olevad STC õppeprogramm on tõlgitud ja kohandatud Polleni projekti toetusel.

STC on uurimuslikule õppele tuginev õppekava. Iga õppetund annab õpilastele võimaluse eelkõige uurida teaduslikke mõisteid ja nähtusi, reflekteerida oma vaatlustulemusi, jagada neid klassikaaslastega ning rakendada õpitut uudsetes situatsioonides (STC Meets..., 1998). STC tunnid võimaldavad õpilastel õppida vanusele sobivaid mõisteid ja oskusi ning omandada loodusteaduslikke hoiakuid ja mõtteviisi (Electric Circuit, 1991). Programm on paindlik, õppetsükli võib õpetada vastavalt vajadustele kas üks klass varem või hiljem.

STC (1998) on koostanud õppimise tsükilise kirjelduse. Neljaastmeline õppimise tsükkel, mis on ühendatud STC õppetundidesse, baseerub laste õppimise kohta läbiviidud uurimise

tulemustel. Need tulemused näitavad, et teadmised on aktiivselt konstrueeritavad õppija enda poolt ning et lapsed omandavad loodusteadusi kõige paremini õpikeskkonnas, kus käelisele tegevusele baseeruvate katsete tulemusel saavad õpilased ise avastusi teha.

Õppimise neljaastmeline (keskendu-uuri-reflekteeri-rakenda) tsükkel:

- kõigepealt *keskenduvad* õpilased sellele, mida nad juba õpitavast teemast teavad ja mida nad tahaksid selle kohta veel teada saada. Teiste sõnadega, õppimine algab õpilaste olemasolevate teadmiste ja kogemuste kindlakstegemisega;
- järgmiseks *uurivad* õpilased loodusteaduslikke mõisteid või nähtusi, viies läbi järjestikuseid tegevusi. Klassiuurimused tehakse tavaliselt kahest (1.-3. kl) või neljast (3.-6. kl) õpilasest koosnevas grupis;
- et õppimist kinnistada, õpilased *reflekteerivad* oma avastusi, märgivad need üles oma loodusteaduste päevikusse (mis koosneb töölehtedest) ning arutlevad nende üle koos klassikaaslastega;
- lõpuks *rakendavad* õpilased omandatud uusi teadmisi elulistes situatsioonides ja teistes õppekava valdkondades.

STC tundides toimuv õppimistsükkel annab õpilastele võimaluse arendada järjest suurenevat arusaamist olulistest teaduslikest mõistetest ja arendada positiivset hoiakut loodusteaduste suhtes.

STC õppeprogrammis on kirjeldatud loodusteadusliku mõtlemisoskuse arengut klasside kaupa (vt tabel 2).

Tabel 2. Loodusteadusliku mõtlemisoskuse arendamine klasside kaupa (Weather, 1995, pp iii)

Loodusteaduslik mõtlemisoskus	Klassid					
	1	2	3	4	5	6
Vaatlemine, mõõtmine ja omaduste leidmine	x	x	x	x	x	x
Tõendite otsimine, sarnasuste ja erinevuse leidmine		x	x	x	x	x
Põhjuste ja tagajärgede avastamine, tunnetuspiiride laiendamine				x	x	x
Kontrollitavate katsete planeerimine ja läbiviimine						x

Esimestes klassides alustavad õpilased loodusteaduste õppimist vaadeldes, mõõtes ja kindlaks tehes ainete omadusi. Seejärel liiguvad nad kogemuste progressiga edasi, mis kulmineerub kuuendas klassis kontrollitud katse kavandamisega (Electric Circuit, 1991). Olles läbinud sellise järgnevuse, õpilased mitte ainult ei ole võimelised aru saama loodusteaduslikest mõistetest ja nähtustest, vaid arendavad ka kriitilise mõtlemise oskust (STC Meets ..., 1998).

STC õppetunnid varustavad õpetaja mitmete strateegiatega, millega hinnata õpilaste õppimist. Samuti pakuvad STC õppetunnid õpetajale võimalusi seostada loodusteaduste õppimine matemaatiliste, keeleliste, kunstiliste ning sotsiaalsete oskuste arendamisega. Kokkuvõtteks julgustavad STC õppetunnid kasutama koostöölist õppimist (rühmas töötamist), et aidata õpilastel arendada olulist oskust õppida koos teistega, arendades ka sotsiaalseid oskusi. STC õppeprogrammis käsitletavat teemat on toodud tabelis 4.

Tabel 4. Science and Technology for Children õppeprogrammi teemad klassiti (Weather, 1995, pp iii).

klass	Teemad			
1	Organismid	Ilm	Tahkised ja vedelikud	Võrdlemine ja mõõtmine
2	Liblika elutsüklid	Pinnased	Muutused	Kaalumine ja mõõtmine
3	Taimede kasv ja arenemine	Kivimid ja mineraalid	Keemilised katsed	Heli
4	Loomade uurimine	Maa ja vesi	Toidu keemia	Elekter
5	Mikromaailmad	Ökosüsteemid	Liikumine	Ujumine ja uppumine
6	Katsed taimedega	Aja mõõtmine	Paberi tootmine	Magnetid ja mootorid

Märkus: paksus kirjas on märgitud antud eksperimendi käigus õpetatud teemad

STC programmi eesmärgid:

- muuta loodusteadused tähtsaks, huvitavaks ja väljakutsuvaks kõigi õpilaste jaoks;
- toetada õpilaste kontseptuaalset arusaamist oma maailmast;
- aidata õpilastel arendada loodusteaduslikku mõtlemisoskust (scientific-reasoning) ja probleemide lahendamise oskust;

- soodustada selliste loodusteaduslike hoiakute kujunemist nagu uudishimu, tõenduse respektierimine, paindlikkus ja kaasaelamisvõime elusloodusele.

Need eesmärgid läbivad kõiki tunde, kus nad kajastuvad mõistete, oskuste ja hoiakutena. Iga STC tund sisaldab ka loetelu õpilaste õpitulemustest.

STC (1998) juhendmaterjalid sisaldavad õpetaja käsiraamatut (õpetajakoolituse video), õpilaste töölehti ja loodusteaduslikke katsevahendeid:

- õpetaja käsiraamat sisaldab vajalikke meetoodilisi ja sisulisi teadmisi sisaldavaid taustamaterjale, juhiseid materjalide ettevalmistamiseks ja detailseid instruktsioone uurimusliku tunni läbiviimiseks klassis. Lisatud on ka soovitatavad loodusteaduste integratsioonivõimalused teiste ainetega, hindamisstrateegiad ja soovitatavat kirjandus.
- õpilaste töölehed 3.-6. klassini sisaldavad õpilastele mõeldud järk-järgulisi instruktsioone praktiliste tööde läbiviimiseks. 1. ja 2. klassis on võimalus kasutada erinevaid töölehti uurimustulemuste ülesmärkimiseks.
- katsevahendite kast sisaldab kõiki katsevahendeid 30. õpilase jaoks.

Õpetajaraamatuga käivad kaasas ka õpetajatele mõeldud videod, kus tutvustatakse õpetajale samm-sammult, kuidas tunde läbi viia.

Hindamine. Sellest, mida õpetatakse, sõltub suurel määral, kuidas tuleb õpitulemusi hinnata. On selge, et uurimisoskusi ei ole mõtet kontrolltöö kaudu hinnata, sest see ei anna infot kas õpilane on õppinud eksperimenti kavandama, vaatlusi ja mõõtmisi sooritama, andmeid analüüsima ning põhjendatud järeldusi tegema. STC moodulites kasutatakse erinevaid hindamise viise: õppemooduli eel- ja järelhindamine (sh , õppemooduli sisene hindamine, ennustamine, lõpp-hindamine, ajurünnak, tegevuse hindamine, loodusteaduste päevikud, mitteformaalne hindamine (nt vaatlus märkmed ja jälgimislehed õpilaste tegevuse kohta tunnis) (National Science ..., 1997). Mida mitmekesisemaid strateegiaid kasutatakse, seda parema ülevaate iga õpilase arengust õpetaja saab.

Õppemooduli eel- ja järelhindamist on vaja esiteks selleks, et jälgida, kui palju on õpilased õppemooduli jooksul õppinud (vt lisa 1). Paljud STC õppekava moodulid algavad ajurünnakuga, mille käigus õpilastelt küsitakse, mida nad antud teema kohta teavad ja mida nad

sooviksid selle kohta õppida. Mooduli lõpus küsitakse neilt sama küsimus uuesti, mis annab õpetajale võimaluse hinnata, kui palju õpilased on õppemooduli jooksul õppinud (National Science ..., 1997). Teiseks on õpilaste eelteadmiste väljaselgitamine oluline, et välja selgitada, millised on nende väärmõisted antud teema kohta .

Õppemoodulisisene hindamine on integreeritud mooduli juhenditesse ja põhineb eeldusel, et hindamine ja õppimine on omavahel tihedalt seotud (vt tabel 5). Moodulisisese hindamise eesmärgiks on õpilase õppimise kohta informatsiooni kogumine.

Tabel 5. Õpetamise ja hindamise näited, mis toetavad uurimuslikke õpitulemusi (Bybee, 2000, pp 39-40).

Õpitulemused Mida õpilased peaksid õppima?	Õpetamise meetodid Millised meetodid annavad õpilastele võimaluse õppida?	Hindamisstrateegiad Milline hindamine toetab õpitulemusi ja õpetamise meetodeid?
Arusaamine õpitavast teemast Ilm, võrdlemine ja mõõtmine, tahkised ja vedelikud, muutused, keemilised katsed	Õpilased viivad läbi struktureeritud või juhendatud katseid. Eesmärk on teemast arusaamine, millega kaasneb mõningate uurimuslike oskuste arendamine.	Selleks, et hinnata õpilaste arusaamist teemast, kasutatakse: uurimust, intervjuud, suletud-avatud või valikvastustega küsimustele vastamist.
Uurimuste läbiviimiseks vajalike oskuste arendamine Õpilased sõnastavad ja analüüsivad kriitiliselt olemasolevaid teaduslikke seletusi ja mudeleid, loogikale ja tõendusmaterjalile tuginedes	Õpilased viivad läbi struktureeritud või juhendatud katseid ja teevad järeldusi tuginedes uurimistulemustele. Nad esitlevad ja kaitsevad oma järeldusi, tuginedes teaduslikule teadmisele, loogikale ja tõendusmaterjalile. Õpetaja rõhutab mõningaid uurimisoskusi katsete läbiviimisel, kasutades neid teemast arusaamiseks.	Õpilased sooritavad uurimistöö, mis seisneb andmete kogumises ja andmetele tuginedes järelduste tegemises.
Uurimuste läbiviimiseks vajalike oskuste arendamine Õpilastel on võimalus arendada kõiki põhioskusi uurimistöö läbiviimiseks	Õpilased sooritavad tervikliku uurimuse, mis kasvab välja nende küsimustest ümbritseva maailma kohta ja jõuab teadusliku seletuseni, mis tugineb tõendusmaterjalidel. Õpetaja juhendab ja abistab õpilasi.	Õpilased viivad läbi uurimuse ilma juhendamise ja abistamiseta. Hinnatakse kõiki baasoskusi.
Arusaamise arendamine teaduslikust	Õpetajad peaksid juhendama õpilasi oma uurimistegevust kommenteerima. Lugeda võiks	Õpilastele antakse kokkuvõtlik kirjeldus avastustest ja palutakse kirjeldada loogika,

uurimusest Teaduslik seletus peab vastama järgmistele tingimustele: olema loogiline, tõestatav, avatud küsimustele ja peab põhinema ajaloolisel ja tänapäevasel teaduslikul teadmisel	erinevaid ajaloolisi teaduslikke uurimusi ja tutvuda teadlaste eluga. Diskussioonigrupid püstitavad küsimusi loogikast, tõestamisest, skeptitsismist, muudatustest ja kommunikatsioonist.	tõestuse, kriitika ja muudatuste kohta avastusprotsessis.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------

3. ÕPETAMISE MÕJU KOGNITIIVSELE ARENGULE

3.1. Uurimuse eesmärk ja hüpoteesid

Empiirilise töö eesmärgiks oli uurida erineva õpetuse mõju laste kognitiivsele arengule. Uurimuse eesmärgiks oli võrdlevalt hinnata kognitiivsete valdkondade arengut loodusteaduste traditsioonilise õpetamise (fakti- ja õpetajakeskne õpetamine, informatsioon on peamiselt märgiliselt vahendatud, suhteliselt väheste abivahendite kasutamine) ja uurimusliku õpetamise (teadmiste omandamine peamiselt uurimusliku tegevuse ja kogemuse kaudu, õpiprotsess on pigem õpilasekeskne) korral. Mitmed autorid ja läbiviidud uuringud on toonud välja traditsioonilise õpetamise puudused (Glynn, et al., 1991; Kanter, 2000; Kikas, 2001; Teppo, 2004) leides, et traditsiooniline õpetamine tugineb eelkõige mälul ja faktiteadmiste omandamisel, samas ei pööra tähelepanu üldhariduslikele eesmärkidele (sh sotsiaalsete oskuste ja väärtushinnangute kujundamisele) ning ei õpeta lapsi iseseisvalt mõtlema (Rannikmäe, 2001). Kikas (2001) ja Kaljusmaa (2003) lisavad, et õpilaste teadmised on fragmentaarsed ja ununevad kiiresti, õpilastel on palju väärarusaamasid, teadmised ei ole reaalsituatsioonides kasutatavad. Seetõttu oli oluline hinnata, milliseid kognitiivseid valdkondi traditsiooniline õpetamine arendab ning milliste valdkondade areng jääb tähelepanuta.

Paljud Eestis läbiviidud uuringud on tõestanud, et uurimuslik õpe on õpilaste jaoks huvitav, tähenduslik, võimaldab õpilastel aktiivselt mõelda ning oma seisukohti teistega jagada (Kask & Rannikmäe, 2010; Laikask, 2007; Mäeots & Pedaste, 2009; Rannikmäe, 2001). Samas on senised uuringud keskendunud õpilaste ja õpetajate hoiakute ning huvide väljaselgitamisele

(Kikkas, 2001; Laikask, 2007; Soer, 2008; Tankler, 2005, Teppo, 2004), omandatud teadmiste (Kanter, 2000) ja protsessuaalsete ja regulatiivsete (metakognitiivsete) (Mäeots & Pedaste, 2009) oskuste omandamise uurimisele. Antud uuringu eesmärgiks oli välja selgitada uurimusliku õppe ja lapse erinevate kognitiivsete funktsioonide arengu seosed, vaadeldes eraldi ka soolisi erinevusi, mis on siiani vähemuuritud valdkond (vt nt Helekivi, 2006).

Töös püstitati järgmised hüpoteesid:

1. Eksperimentaalrühm saab erinevates kognitiivsetes funktsioonides paremaid tulemusi kui kontrollrühm (vt Kikas, 2001; Kanter, 2000; Rannikmäe, 2001).
2. Eksperimentaalrühma laste testitulemused paranevad kordustestimisel kõikides funktsioonides, kontrollrühmal vaid mõnedes funktsioonides (vt Glynn, et al., 1991; Nugin, 2007).
3. Eksperimentaalrühma poiste tulemused paranevad kõikides funktsioonides, kontrollrühma poiste tulemused vaid mõnedes funktsioonides (vt Gurian et al., 2004).
4. Nii eksperimentaal- kui kontrollrühma tüdrukute tulemused paranevad kõikides funktsioonides (vt Gurian et al., 2004; Kolk et al., 2005).

3.2. Valim

Uurimus on viidud läbi ühe Tartu linna kooli 1., 2. ja 3. klasside laste seas, keda on testitud kahel aastal (vanuseliselt vahemikus 7-10 eluaastat). Kõiki lapsi testiti individuaalselt, laste testimisel osalesid lisaks töö autorile esimesel testimisel veel T. Anspal (Muska) ja teisel testimisel M. Ennok.

Eksperimentaalrühm ja kontrollrühm

Eksperimenti oli kaasatud kaks eksperimentaalklassi (I ja II eksperimentaalrühm) ja kaks kontrollklassi (I ja II kontrollrühm) ning neli klassiõpetajat. Kõik õpetajad olid samast Tartu linna koolist ja olid töötanud koolis üle 10. aastat. Kaks eksperimentaalklassi ja kontrollklassi oli kaasatud eksperimenti seetõttu, et vähendada õpetajast ning klassist tingitud mõju õpetamisele ning testitulemustele (vrld REKK, 2007).

I eksperimentaalrühmas testiti mõlemal korral 18 õpilast, neist 12 poissi ja 6 tüdrukut. II eksperimentaalrühmas testiti esimesel korral 19 õpilast, kellest 7 olid poisid ja 12 tüdrukud, teisel korral 16 õpilast (5 poissi ja 11 tüdrukut).

I kontrollrühmas testiti esimesel korral 23 õpilast, neist 9 olid poisid ja 14 tüdrukud, teisel korral 19 õpilast (6 poissi, 13 tüdrukut). II kontrollrühmas testiti esimesel korral 25 õpilast, neist 13 poissi ja 12 tüdrukut, teisel korral 24 õpilast, kellest 12 olid poisid ja 12 tüdrukud.

Eksperimentaal- ja kontrollrühmas osalenud õpilaste arv ja sooline jagunemine on toodud tabelis 6.

Tabel 6. Eksperimentaal- ja kontrollrühmas osalenud õpilaste arv ja sooline jagunemine

	Eksperimentaalrühm			Kontrollrühm		
	Poisid	Tüdrukud	Kokku	Poisid	Tüdrukud	Kokku
Esimese testimine	19	18	37	22	26	48
Teine testimine	17	17	34	18	25	43

Esmakordselt testiti 1. klassidest kokku 41 õpilast (neist olid 20 tüdrukud ja 21 poissi), 2. klassidest kokku 44 õpilast (kellest 24 olid tüdrukud ja 20 poissi). Teiskordsel testimiselt oli 2. klasside õpilasi 37 (19 tüdrukut, 18 poissi) ja 3. klasside õpilasi 40 (23 tüdrukut ja 17 poissi). Valimi moodustamisel lähtuti uurimusliku õppe meetodil õppivate õpilaste arvust.

Esimesel korral testiti kokku 85 õpilast (neist 41 poissi ja 44 tüdrukut), teisel korral 77 õpilast (neist 35 poissi ja 42 tüdrukut), kokku testisime 162 õpilast. Teiskordsel testimisel oli valim väiksem, sest osa lapsi vahetasid kooli.

3.3. Mõõtvahend

Mõõtmisvahendina kasutati NEPSY (*NEuroPSYkologinen*) testipatareid (Korkmann, Kirk, & Kemp, 1997). Test on kohandatud A. Kolk'i poolt ja kasutanud eesti laste hindamiseks (Kolk, 2001; Kolk & Talvik, 2000; Ennok, 2006). NEPSY on neuropsühholoogiline test, mille abil on võimalik hinnata 3-12 aastaste laste toimetulekut arengu erinevates valdkondades. Osatendid võimaldavad saada ülevaate neurokognitiivsetest funktsioonidest, s.o. aju tegevust kajastavate

protsesside arengust ja ka õppimis- ja arenguprobleemide täpsemast neuropsühholoogilisest olemusest. NEPSY on kavandatud kognitiivsete võimete põhiliste ja komplekssete aspektide hindamiseks, millest sõltub õppimine ja produktiivsus. Hindamisel kasutati NEPSY testipatarei 12 alatesti: tornitest, auditiiivne ja visuaalne tähelepanu, kiire nimetamine, keeleline ladusus, lausest arusaamine, juhiste mõistmine, sõrmenäps, visuomotoorne täpsus, nimede õppimine, jutu õppimine, nägude äratundmine. Alatestit jagunevad nelja valdkonna vahel: tähelepanu ja suunatud tegevus (tornitest, auditiiivne ja visuaalne tähelepanu), keelelised funktsioonid (kiire nimetamine, keeleline ladusus, lausest arusaamine, juhiste mõistmine), sensomotoorsed funktsioonid (sõrmenäps, visuomotoorne täpsus) ning mälu ja õppimine (nimede õppimine, jutu õppimine, nägude äratundmine). Toorpunktid arvestatakse ümber standardiseeritud punktideks, kus on arvestatud õpilaste vanusega.

Lisaks testis saadud punktide arvule on oluline NEPSY testi puhul arvestada õpilaste kohta tehtud tähelepanekuid, kuidas nad testimisel tegutsesid. Kuna kõikidele eksperimendis osalenud õpetajatele tutvustati nende õpilaste ja ka klassi keskmisi tulemusi, siis oli õpetajate hinnangutest kasu testitulemuste tõlgendamisel (kas õpetaja hinnangul oli tegemist antud klassi üldise eripäraga).

Alatestide lühikirjeldused

Tähelepanu ja suunatud tegevus

Tornitest – laps peab liigutama 3 torni otsas asuvat palli vastavalt ettenäidatud pildile. Iga ülesande lahendamiseks on ette nähtud kindel arv käike, seega tuleb lahenduskäik enne sooritamist ette planeerida. Selle osatestiga hinnatakse lapse planeerimise ja probleemi lahendamise võimet.

Auditiiivne tähelepanu ja vastamisviisi vaheldumine – laps kuulab kassetilinti sõnadega. Kuuldes iga kord sõna “punane” peab ta laualt võtma punase tüki ja asetama karpi. Ülesande teises pooles tuleb stiimul ja vastusreaktsioon vahetada, st kuuldes sõna “kollane” tuleb karpi asetada punane tükk, kuuldes sõna “punane” tuleb karpi asetada kollane tükk, kuid kuuldes sõna “sinine” tuleb karpi asetada sinine tükk. Arvestatakse kokku õigete vastuste arv, arvates välja valed vastused. Hinnatakse lapse võimet püsida ärksana ja ülal hoida valivat auditiiivset

tähelepanelikkust ning võimet reageerida kuulnud ärrituse kohaselt või viisil, mis on vastuolus kuulnud ärritussõnaga.

Visuaalne tähelepanu – A3 lehtedelt tuleb leida ettenäidatud kujundid, esmalt on vaja leida kassipildid lehel juhuslikult paiknevate teiste piltide seast, teises osas on vaja leida kaks keerukat näokujundit lineaarselt järjestatud teiste näokujutiste hulgast. Arvestatakse nii soorituseks kulunud aega kui ka õigeid vastuseid. Hinnatakse lapse võimet ülal hoida valivat visuaalset tähelepanelikkust.

Keelelised funktsioonid

Kiire nimetamine – laps nimetab nii kiirelt kui suudab lehel esitatud kujundite suuruse, värvi ja kuju. Arvestatakse nii sooritamiseks kulunud aega kui õigete vastuste hulka. Hinnatakse kiire nimetamise võimet ja ka sõna leidmist ja tootmist.

Juhiste mõistmine – laps peab suulistele käsklustele vastavalt osundama ühele või mitmele erisugusele kujundile paberilehel. Selles osatestis hinnatakse lapse võimet mõista keelelisi juhiseid ja reageerida neile.

Verbaalne voolavus – lapsel palutakse minuti jooksul nimetada võimalikult palju loomi ning asju, mida saab juua või süüa. Teises osas palutakse lapsel nimetada võimalikult palju S ja K-tähega algavaid sõnu (v.a. nimed). Selle osatega hinnatakse lapse võimet toota teatud semantilistesse ja fonoloogilistesse rühmadesse paigutatud sõnu (semantiline ja fonoloogiline ladusus).

Lausest arusaamine – lapsele esitatakse ülesehituselt keeruline küsimus ja laps peab küsimusele vastama. Selles osatestis hinnatakse lapse võimet aru saada keerulise ülesehitusega lausest.

Sensomotoorsed funktsioonid

Sõrmenäps – laps peab mõlemal käel näpsutama teineteise vastu põialt ja nimetissõrme. Arvestatakse kokku 32ks näpsutuseks kuluv aeg. Teises osas palutakse põidlagaga läbi näpsutada kõik sõrmed 7 korda järjest. Arvestatakse ülesande sooritamiseks kulunud aega. Hinnatakse nii domineeriva kui ka mittedomineeriva käe sõrmeosavust kordava ja seerialise sõrmenäpsutamise abil.

Visuomotoorne täpsus – laps peab pliiatsiga järgima paberil esitatud keerukat rada ilma seda ületamata. Arvestatakse sooritamiseks kulunud aega ja vigade (raja ületamiste) arvu. Selle osatega hinnatakse lapse osavust peenmotoorika osas ja ka silma ning käe ühistööd.

Mälu ja õppimine

Nägude meenutamine – esitatakse 16 pilti lastest, mille laps peab meelde jätma ja pärast ära tundma 48. pildi hulgast. Pool tundi hiljem järgneb hilisema meenutamise katse. Selle osatega hinnatakse lapse võimet meeles pidada ja ära tunda näod vahetult ja aja möödudes.

Nimede õppimine – lapsele esitatakse 8 pilti lastest ja palutakse need etteantud nimede alusel meelde jätta. Meeldejätmist kontrollitakse kolmel korral. Pool tundi hiljem järgneb hilisema meenutamise katse. Hinnatakse lapse võimet õppida ja mäletada laste nimesid vahetult ja aja möödudes.

Jutu mäletamine – lapsele loetakse ette jutuke, mille ta peab meelde jätma ja pärast ettelugemist ise jutustama. Puuduvate detailide kohta esitatakse täpsustavaid küsimusi. Hinnatakse lapse võimet korrata kuulnud jutustust.

3.4. Uurimuse protseduur

Enne eksperimendi algust ning esmakordset testimist oli II eksperimentaalrühm õppinud 2001/2002 õppeaasta (õppisid siis 1. klassis) suunatud uurimusliku õppe meetodil kolme 1. klassile mõeldud õppemoodulit, kokku 3x16 tundi kooliaasta jooksul, vaid õppekavas olevad bioloogia teemad õpiti tavameetodil, kuna bioloogia teema oli tõlkimata. Kuna eelnevad uuringud on näidanud (nt Kanter, 2000; Tankler, 2005), et esimese klassi õpilased ei ole veel koolireegleid omandanud (harjunud kasutama teatud viisil mõtlemist ja vastamist) ning nad julgevad avalalt oma seletustega diskussioonis välja tulla, oli oluline alustada õpilaste õpetamist suunatud uurimusliku õppe meetodil kohe esimesest klassist alates.

Esimene testimine. Esmakordne testimine viidi läbi 2002. aasta septembrist detsembrini. Kõiki õpilasi testiti individuaalselt, eraldi ruumis. Iga lapse testimine võttis aega 1,5-2 tundi. Enne testimise algust oli küsitud testimiseks kirjalik nõusolek kõikidelt lapsevanematelt.

Laste õpetamine. Õpetamine toimus korraga kahes eksperimentaalarühmas – I ja II eksperimentaalarühm, kes õppisid vastavalt 1. ja 2. klassis ja kahes kontrollrühmas – I ja II kontrollrühm, kes õppisid vastavalt 2. ja 3. klassis; 2002/2003 ja 2003/2004 õppeaastatel.

Eksperimentaalarühmad õppisid loodusõpetust suunatud uurimusliku õppe STC õppekava õppemoodulite ja materjalide alusel (vt STC õppeprogrammi kirjeldust punktist 2.4.). Ülevaade eksperimendis kasutatud õppematerjalidest, uurimuslikul meetodil läbi viidud tundide arv ning eksperimendi ajaline jaotus on toodud tabelis 7. Õppematerjalid koosnevad õpetajaraamatust, õpilaste töölehtedest ja katsevahenditest. Eksperimentaalarühmade õpetajad olid läbinud uurimusliku õppe alase koolituse ning neid abistati (nii katsevahendite korraldamisel kui ka õpilaste juhendamisel grupitöö aja) ja nõustati kogu eksperimendi jooksul. Suunatud uurimusliku õppe tunnid toimusid tavapärasel loodusõpetuse tunni ajal, kestvusega 45 minutit.

Kontrollrühmad õppis loodusõpetust traditsiooniliselt (töökorralduse iseloomustus õpetajate töökavas), kasutades loodusõpetuse õpikuid ja töövihikuid, vähesel määral illustreerivaid katseid (õpetaja viib läbi) ja õppekäike, õpetamise meetodiks on seletav-tõlgendav meetod.

Teine testimine. Kordustestimine viidi läbi 2003 a. septembrist kuni 2004 a. jaanuarini, selleks ajaks olid eksperimentaalarühmad lõpetanud STC õppemoodulite käsitlemise.

Tabel 7. Uurimusliku õppe läbiviimise aeg, teemad klassiti ja tundide arv

	2001/2002 õa		
1. eksp. rühm (1. klass)	„Ilm“, „Võrdlemine ja mõõtmine“, „Tahkised ja vedelikud“ (3x16 t) + bioloogia ja geograafia teemad traditsiooniliselt (22 t)	1. kontr. rühm (1. klass)	traditsiooniline õpe 70 t
	2002/2003 õa		
	Esimene testimine		
1. eksp. rühm (2. klass)	„Muutused“ (16 t) + bioloogia ja anatoomia teemad traditsiooniliselt (54 t)	1. kontr. rühm (2. klass)	traditsiooniline õpe 70 t
2. eksp. rühm (1. klass)	„Ilm“, „Võrdlemine ja mõõtmine“, „Tahkised ja vedelikud“ (3x16 t) + bioloogia teemad traditsiooniliselt (22 t)	2. kontr. rühm (1. klass)	traditsiooniline õpe 70 t
	2003/2004 õa		
1. eksp. rühm (3. klass)	„Keemilised katsed“ (16 t) + bioloogia, füüsika ja geograafia teemad traditsiooniliselt (54 t)	1. kontr. rühm (3. klass)	traditsiooniline õpe 70 t

2. eksp. rühm (2. klass)	„Muutused“ (16 t) + bioloogia ja anatoomia teemad traditsiooniliselt (54 t)	2. kontr. rühm (2. klass)	traditsiooniline õpe 70 t
Teine testimine			

Andmetöötluseks kasutati statistilise andmetöötluse paketti SPSS 11.0. Statistilise olulisuse nivooks on võetud 0,05.

4. Tulemused

4.1. Eksperimentaal- ja kontrollrühmade võrdlus

Esimene testimine. Esimese testimise tulemused on toodud tabelis 1. Statistiliselt oluliseks erinevuseks esimesel testimisel eksperimentaalrühma ja kontrollrühma õpilaste tulemuste vahel oli *lausest arusaamine* (vt tabel 8), mille teeb paremini eksperimentaalrühm. Teistes osatestides olulisi erinevusi ei leitud.

Tabel 8. Eksperimentaal- ja kontrollrühmade esimese testimise keskmised testitulemused

Alatesti nimi	meetod				t	p
	eksperimentaal- rühm		kontrollrühm			
	M	SD	M	SD		
Tornitest	11.95	2.87	11.71	2.57	.402	.689
Auditiiivne tähelepanu	9.27	3.45	8.98	2.69	-.224	.663
Visuaalne tähelepanu	10.65	3.00	9.85	3.61	.905	.283
Juhiste mõistmine	8.16	3.22	7.94	4.22	-.139	.788
Kiire nimetamine	9.05	2.62	8.38	3.00	.715	.278
Keeleline ladusus	9.97	3.12	9.10	2.79	1.269	.187
Lausest arusaamine	10.62	2,99	8.69	3.20	2.490	.006**
Sõrmenäps	13,00	2.48	13.46	1.30	-1.502	.275
Visuomotoorne täpsus	9.70	3.55	8.81	3.73	.675	.268
Nägude äratundmine	9.81	2.36	9.88	2.94	-.430	.914
Nimede õppimine	8.86	2.85	8.04	2.33	1.269	.147
Jutu õppimine	9.84	2.93	10.17	2.62	-.984	.587

Märkused: M - keskvärtus, SD - standardhälve, t - väärtus, p – t-testi olulisustõenäosus

* märgib statistiliselt olulist tulemust $p < 0,01$

Kordustestimine. Kordustestimine andis rohkem statistiliselt olulisi tulemusi, mis on toodud tabelis 9. *Lausest arusaamise ja nimede õppimise* alatestides sai eksperimentaalrühm statistiliselt oluliselt parema tulemuse. Statistiliselt oluline erinevus on veel *tornitestis*, kus eksperimentaalrühm sai halvema tulemuse.

Tabel 9. Eksperimentaal- ja kontrollrühmade kordustestimise keskmised testitulemused

Alatesti nimi	meetod				t	p
	eksperimentaalrühm		kontrollrühm			
	M	SD	M	SD		
Tornitest2	8.91	2.42	11.86	2.98	-4.678	.000***
Auditiiivne tähelepanu2	11.24	1.81	11.86	2.27	-1.308	.195
Visuaalne tähelepanu2	12.03	3.07	12.02	2.42	0,010	.992
Juhiste mõistmine2	9.09	3.34	8.49	3.45	.769	.445
Kiire nimetamine2	10.94	2.19	10.23	2.28	1.380	.172
Keeleline ladusus2	9.41	2.70	8.86	3.21	.802	.425
Lausest arusaamine2	11.85	2.60	10.28	3.22	2.317	.023*
Sõrmenäps2	12.38	2.17	12.98	1.30	-1.489	.141
Visuomotoorne täpsus2	8.29	4.15	7.14	3.71	1.287	.202
Nägude äratundmine2	11.32	2.24	11.23	2.96	.149	.882
Nimede õppimine2	10.59	2.15	9.12	2.25	2.909	.005**
Jutu õppimine2	10.85	1.99	10.95	2.65	-.184	.855

Märkused: *p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

Testitulemuste võrdlus klasside kaupa. **Esmakordsel testimisel** oli statistiliselt oluliselt erinevaks tulemuseks *keelelise ladususe* ja *lausest arusaamise* osatestid, mis mõlemad olid esimese klassi eksperimentaalrühmal paremini tehtud (vt tabel 10). Teises klassis rühmadevahelisi olulisi erinevusi esimesel testimisel ei leitud.

Tabel 10. Eksperimentaal- ja kontrollrühma keskmised tulemused klasside kaupa esmakordsel testimisel

Alatesti nimi	1. klass		t	2. klass		t
	eksp	kontr		eksp	kontr	
Tornitest	12,11	11,09	1,27	11,79	12,28	-0,58
Auditiiivne tähelepanu	7,61	7,70	-0,08	10,84	10,16	1,06
Visuaalne tähelepanu	10,72	9,57	0,95	10,58	10,12	0,53
Juhiste mõistmine	9,17	7,61	1,33	7,21	8,24	-0,88
Kiire nimetamine	9,44	8,22	1,42	8,68	8,52	0,18
Keeleline ladusus	11,18	8,91	2,27*	8,83	9,28	-0,56

Lausest arusaamine	11,28	7,57	3,79**	10,00	9,72	0,32
Sõrmenäps	12,50	13,43	-1,26	13,47	13,48	-0,2
Visuomotoorne täpsus	9,06	8,35	0,66	10,32	9,24	0,92
Nägude äratundmine	9,33	10,70	-1,65	10,26	9,12	1,41
Nimede õppimine	8,94	8,00	1,14	8,79	8,08	0,91
Jutu õppimine	9,17	9,22	-0,05	10,47	11,04	-0,79

Märkus: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Kordustestimisel teeb esimese klassi eksperimentaalrühm oluliselt paremini *nimede õppimise* osatesti. Kadunud on olulised erinevused keele osatestides, kuigi *keelelise ladususe* osatesti tulemus jääb piiripealseks ($p < 0,10$) ehk on tehtud ka kordustestimisel kontrollrühmast natuke paremini (vt tabel 11). Samas sooritab kontrollrühm paremini *tornitesti*.

Ka teise klassi võrdluses saab eksperimentaalrühm parema tulemuse *nimede õppimise* osatestis ning piiripealse tulemuse ka *visuomotoorse täpsuse* osatestis. Kontrollrühm sooritab paremini *tornitesti*, *auditiivse tähelepanu* ja *sõrmenäpsu* osatestid.

Sarnased tulemused on eksperimentaalrühmal, kes sooritavad paremini *nimede õppimise* osatesti ning halvemini *tornitesti* tulemused, samas kui kontrollrühmad saavad erinevad tulemused.

Tabel 11. Eksperimentaal- ja kontrollrühma keskmised osatestide tulemused klasside kaupa kordustestimisel

Alatesti nimi	1. klass		t	2. klass		t
	ekspe	kontr		eksper	kontroll	
Tornitest	8,67	11,89	-4,28***	9,19	11,83	-2,59**
Auditiivne tähelepanu	11,17	10,53	0,95	11,31	12,92	-2,83**
Visuaalne tähelepanu	11,72	11,37	0,42	12,38	12,54	-0,18
Juhiste mõistmine	8,83	7,63	1,04	9,38	9,17	0,20
Kiire nimetamine	10,72	9,47	1,56	11,19	10,83	0,56
Keeleline ladusus	9,56	7,79	1,79	9,25	9,71	-0,49
Lausest arusaamine	11,67	10,11	1,63	12,06	10,42	1,66
Sõrmenäps	13,28	13,47	-0,42	11,38	12,58	-2,13*
Visuomotoorne täpsus	7,78	8,32	-0,50	8,88	6,21	1,91
Nägude äratundmine	10,61	11,16	-0,65	12,13	11,29	0,95
Nimede õppimine	10,11	8,58	2,22*	11,13	9,54	2,18*
Jutu õppimine	10,72	9,95	0,95	11,00	11,75	-1,08

Märkus: * $p = 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

4.2. Eksperimentaal- ja kontrollrühma esimese ja teise testimise tulemuste võrdlus

Kui vaadata tulemusi rühmasiseselt (vt tabel 12), võrreldes kahe testimise vahelisi erinevusi, tuleb välja, et eksperimentaalrühmal on teisel testimisel oluliselt paremini tehtud *auditiivse ja visuaalse tähelepanu, kiire nimetamise, lausest arusaamise, nägude äratundmise ja nimede õppimise* osatestid. Samas on teisel testimisel oluliselt halvemini tehtud *tornitest*. Natuke paremini ($p < 0,1$) on tehtud ka *jutu õppimise* alatest. Kokku on tehtud teisel testimisel oluliselt paremini kuus osatesti (seitsmes tulemus on piiripealne) ja oluliselt halvemini üks osatest.

Kontrollrühmal on oluliselt paremini sooritatud *auditiivse ja visuaalse tähelepanu, kiire nimetamise, lausest arusaamise, nägude äratundmise, nimede õppimise ja jutu õppimise* osatestid. Samas on kontrollrühmal kordustestimisel statistiliselt oluliselt halvemini tehtud sensomotoorsete funktsioonide osatestid – *sõrmenäps ja visuomotoorne täpsus*. Teisel testimisel on kokku tehtud oluliselt paremini seitse osatesti ja oluliselt halvemini kaks osatesti.

Mõlemad rühmal on kordustestimisel tehtud oluliselt paremini samad osatestid, rühmadevaheline erinevus tuleb välja halvemini tehtud osatestides.

Tabel 12. Eksperimentaal- ja kontrollrühma esimese ja teise testimise vaheline võrdlus

Alatesti nimi	eksperimentaalrühm		t	kontrollrühm		t
	1. test	2. test		1. test	2. test	
Tornitest	12,06	8,91	4,75***	11,77	11,86	-0,13
Auditiivne tähelepanu	9,12	11,24	-3,38**	9,37	11,86	-7,25***
Visuaalne tähelepanu	10,56	12,03	-2,88**	9,79	12,02	-5,44***
Juhiste mõistmine	8,26	9,09	-1,48	8,33	8,49	-0,28
Kiire nimetamine	8,94	10,94	-3,27**	8,51	10,23	-4,58***
Keeleline ladusus	10,03	9,53	0,95	9,14	8,86	0,81
Lausest arusaamine	10,50	11,85	-2,19*	8,84	10,28	-2,86**
Sõrmenäps	13,00	12,38	1,10	13,58	12,98	2,98**
Visuomotoorne täpsus	9,26	8,29	1,32	9,12	7,14	3,11**
Nägude äratundmine	9,76	11,32	-3,34**	9,77	11,23	-3,59**
Nimede õppimine	9,03	10,59	-3,93***	8,12	9,12	-3,13**
Jutu õppimine	9,88	10,85	-1,78	10,02	10,95	-2,24*

Märkus: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

4.3. Poiste testitulemuste muutused eksperimentaal- ja kontrollrühmas

Võrreldi eksperimentaal- ja kontrollrühma poiste esimese ja teise testimise tulemusi, et leida arengus toimunud muutused. Tulemused on toodud tabelis 13. Eksperimentaalrühma poistel paranesid tulemused nii tähelepanu ja suunatud tegevuse ülesannetes (*auditiivse tähelepanu*), keelelistes funktsioonides (*kiire nimetamine*) kui ka mälu ja õppimise ülesannetes (*jutu õppimise* alatestis). Samas on aga ühe alatesti (*tornitesti*) tulemus läinud oluliselt halvemaks, lisaks on eksperimentaalrühma poisid saanud teisel testimisel natuke parema (piiripealse) tulemuse *visuaalse tähelepanu* ($p<0,1$) ja natuke halvema tulemuse *visuomotoorse täpsuse* osatestis ($p<0,1$). Teistes osatestides olulisi muutusi ei leitud.

Kontrollrühma poiste tulemused teisel testimisel paranesid statistiliselt oluliselt vaid kahes funktsioonis – tähelepanu ja suunatud tegevuse (*auditiivse* ja *visuaalse tähelepanu* alatestides) ning mälu ja õppimise (*nägude tundmine*) funktsioonis. Samas sensomotoorsete funktsioonide mõlemas alatestis (*sõrmenäps* ja *visuomotoorne täpsus*) on tulemused oluliselt halvenenud (alla oodatud tulemuse tasemel). Esimesest testimiskorrast natuke parem tulemus (piiripealne) on saadud ka *kiire nimetamise* ($p<0,1$) ja *jutu õppimise* ($p<0,1$) osatestides.

Mõlemal rühmal on oluliselt paranenud *auditiivse tähelepanu* osatest ja üks mälu osatest, kuigi eksperimentaalrühmal on selleks *jutu õppimise* ning kontrollrühmal *nimede õppimise* osatest. Lisaks sellele on kontrollrühm saanud piiripealse tulemuse, $p<0,1$ ka *jutu õppimise* osatestis. Kui *kiire nimetamise* osatest on tehtud eksperimentaalrühmal statistiliselt oluliselt paremini, siis kontrollrühmal on tulemus küll piiripealne ($p<0,5$), kuid tehtud siiski teisel korral paremini. Ja vastupidine on tulemus *visuaalse tähelepanu* osatestis, mis on tehtud olulisel paremini kontrollrühmal ja natuke paremini (tulemus piiripealne, $p<0,1$) eksperimentaalrühmal.

Tabel 13. Eksperimentaal- ja kontrollrühma poiste esimese ja teise testimiskorra erinevus

Alatesti nimi	eksperimentaalrühm		t	kontrollrühm		t
	1. test	2. test		1. test	2. test	
Tornitesti	11,71	8,71	3,414**	11,89	11,56	0,327
Auditiivne tähelepanu	7,94	11,47	-3,636*	8,78	11,22	-4,496***
Visuaalne tähelepanu	9,94	11,18	-1,837	9,33	11,28	-2,928**
Juhiste mõistmine	7,94	9,24	-1,519	7,67	8,28	-0,701
Kiire nimetamine	9,18	11,00	-2,520*	8,28	9,39	-1,966

Keeleline ladusus	10,50	9,75	0,958	8,72	8,11	1,179
Lausest arusaamine	10,76	11,41	-0,616	8,94	10,17	-1,684
Sõrmenäps	12,82	12,88	-0,073	13,39	12,44	2,718*
Visuomotoorne täpsus	8,82	6,88	1,787	8,06	5,11	2,560*
Nägude äratundmine	9,41	10,35	-1,561	9,00	10,67	-2,198*
Nimede õppimine	9,18	10,18	-1,666	7,56	8,17	-1,240
Jutu õppimine	9,0	10,59	-2,370*	9,56	10,72	-1,859

Märkus: * märgib statistiliselt olulist tulemust $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

4.4. Tüdrukute testitulemuste muutused eksperimentaal- ja kontrollrühmas

Tüdrukute testitulemusi arenguliselt võrreldes saab välja tuua, et rühmadevahelised tulemused on suhteliselt sarnased (vt tabel 14). Statistiliselt oluliselt on mõlemal rühmal paranenud tulemused *visuaalse tähelepanu* osatestis, kahes mälu osatesti – *nimede õppimise* ja *nägude äratundmise* osatestid ning kahes keelelise funktsiooni osatestis – *kiire nimetamine* ja *lausest arusaamine*. Kontrollrühma tüdrukud on saanud statistiliselt oluliselt paremad tulemused veel teiseski tähelepanu osatestis – *auditiivne tähelepanu*, mille on teisel korral sooritanud veidi paremini ka eksperimentaalrühma tüdrukud (kuid tulemuste vahe ei ole statistiliselt oluline, $p < 0,1$). Eksperimentaalrühma tüdrukutel on oluliselt halvemini tehtud teisel testimisel *tornitest*, kontrollrühma tüdrukutel on piiripealne tulemus ($p < 0,1$, tehtud kordustestimisel halvemini) saadud veel *visuomotoorse täpsuse* osatestis, mis on kordustestimisel tehtud halvemini.

Tüdrukute tulemustes oli kaks erinevust. Esiteks säilitasid eksperimentaalrühma tüdrukud ainsana *visuomotoorse täpsuse* osatestis teisel testimisel sama tulemuse (kõigil teistel tulemus halvenes) ja kontrollrühma tüdrukud said õige pisut parema tulemuse *tornitestis* (kõigil teistel tulemus halvenes).

Tabel 14. Eksperimentaal- ja kontrollrühma tüdrukute esimese ja teise testimiskorra erinevus

Alatesti nimi	eksperimentaalrühm		t	kontrollrühm		t
	1. test	2. test		1. test	2. test	
Tornitest	12,41	9,12	3,24**	11,68	12,08	-0,39
Auditiivne tähelepanu	10,29	11,00	-1,07	9,80	12,32	-5,58***
Visuaalne tähelepanu	11,18	12,88	-2,17*	10,12	12,56	-4,64***
Juhiste mõistmine	8,59	8,94	-0,489	8,80	8,64	0,21
Kiire nimetamine	8,71	10,88	-2,16*	8,68	10,84	-4,39***
Keeleline ladusus	9,56	9,31	0,344	9,44	9,40	0,08

Lausest arusaamine	10,24	12,29	-3,20**	8,76	10,36	-2,27*
Sõrmenäps	13,18	11,88	1,68	13,72	13,36	1,52
Visuomotoorne täpsus	9,71	9,71	0,000	9,88	8,60	1,82
Nägude äratundmine	10,12	12,29	-3,12**	10,32	11,64	-2,91**
Nimede õppimine	8,88	11,00	-4,24**	8,52	9,80	-3,06**
Jutu õppimine	10,76	11,12	-0,41	10,36	11,12	-1,35

Märkus: * märgib statistiliselt olulist tulemust $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

5. ARUTELU

Testitulemuste võrdlus klassi õpetamise meetodi järgi. Püstitatud hüpotees, et eksperimentaalrühm saab erinevates kognitiivsetes funktsioonides paremaid tulemusi kui kontrollrühm, leidis osalist kinnitust. Kuigi eksperimentaalrühm sai kordustestimisel võrreldes kontrollrühmaga *lausest arusaamise* ja *nimede õppimise* alatestides statistiliselt oluliselt paremad tulemused, siis võib oletada, et saadud tulemus ei ole seotud ainult õpetamise meetodiga, kuna *lausest arusaamise* testi puhul näitas juba esimene testimine ja ka klasside kaupa võrdlemine statistiliselt olulist erinevust I eksperimentaalrühma kasuks. Kui kontrollrühma tulemused sensomotoorsetes funktsioonides muutusid oluliselt halvemaks, siis eksperimentaalrühmal mitte. *Tornitesti* tulemused muutusid eksperimentaalrühmal kordustestimisel aga ootustele vastupidiselt hoopis oluliselt halvemaks ja seda ka klasside- ning sugudevahelises võrdluses.

Tornitesti tulemuste halvenemisele antud uuringu raames ei ole võimalik otsesest põhjust leida, sest uurimusliku õppe meetod on suunatud just probleemide lahendamise oskuse arendamisele.

Üks *tornitesti* lahendamisel silma paistnud mõjutegur oli õpilaste kiirustamine (tekkis võistlusmoment). Kuigi õpilastel paluti ülesande täitmisel arvestada nii kiirust, kui ka seda, et nad võimalikult vähe käike teeksid, siis teisel testimisel tundus, et paljud püüdsid proovimise teel ja võimalikult kiiresti ülesande lahendada. Selline hoiak võib olla seotud laste sisemotivatsiooni (sh väljakutsete vastuvõtmine) langusega antud vanuses lastel (Good & Brophy, 1995; Kanter, 2000). Õppimise eesmärgiks näib olevat lahendada ülesanne võimalikult väikese vaevaga, seega proovimise teel, ehk eesmärgiks ei ole mitte õppimine ehk targemaks saamine, vaid ülesande kiiresti ärategemine. Selline hoiak võib olla omakorda seotud laste sisemotivatsiooni langusega, mida on näidanud erinevad uuringud (nt Kanter, 2000; Laius, 2003). Saadavate punktide hulk

sõltus *tornitestis* õige vastuse korral ka täpsest planeerimisoskusest (ülesanne tuli lahendada minimaalsete käikudega), kuna käikude arv oli piiratud ja käikude arvu või kontrollaja ületamisel ei loetud katset sooritatuks. Täpsust nõudvad osatestitid olid tehtud teisel testimisel halvemini (ka *sõrmenäpsu* ja *visuomotoorse täpsuse* osatest), sest test eeldab arengu lineaarset kasvu aastate lõikes, samad toorpunktid eri vanustel lastel vastavad erinevatele standardpunktidele. Samas on ka teistes uuringutes leitud, et täidesaatvad funktsioonid püsivad 7.-10. aastastel lastel samal tasemel (Kolk et al., 2005; Korkman, 2001), tulemused ei ole stabiilsed (Klenberg et al., 2001) ja individuaalsed varieeruvused on kõige suuremad just selles funktsioonis (Anderson et al, 2001). Tulemused täidesaatvates funktsioonides on seotud veel aeglase arengu etapiga ning võimalik, et juba 12. aastastel oleksid tulemused oluliselt paremad (nt Korkman, 2001).

Teiseks võis eksperimentaalrühma *tornitesti* tulemusi mõjutada kordustestimisel uurimuslikul õppel põhinevate tundide arvu vähesus (vt ka antud uuringu piiranguid). II eksperimentaalrühma õpetaja hinnangul oli klassi areng esimesel aastal kõige tuntavam (vt ka Tankler, 2005), sest õpilased õppisid 1. klassis kolme uurimuslikku õppe teemat (kuid esimene testimine toimus alles 2. klassi alguses), hiljem nii suuri muutusi ei toimunud, mida näitavad ka testitulemused.

Kui võrrelda tulemusi eraldi kõikide klasside kaupa, siis kolmes klassis (neist kaks on eksperimentaalrühmad ja üks kontrollrühm) on paljudel õpilastel *tornitestis* tulemused läinud halvemaks (üle 4 standardpunkti umbes pooltel õpilastel igas klassis), samas kui oluliselt paremini on testi sooritanud vähe lapsi. Ehk siis tegemist ei ole ainult eksperimentaalrühma puudutava tendentsiga. Erandlik oli vaid I kontrollrühm, kus tulemustes ei ole väga suuri kõikumisi (kordustestimisel sai halvema tulemuse vaid 2 last ja parema 3, teistel jäid tulemused samaks).

Just keeletestide puhul leitakse, et pärast 7. eluaastat toimuvaid muutusi mõjutab rohkem kooliharidus kui lapse vanus (Korkman et al., 1999). Kuigi *lausest arusaamine* oli eksperimentaalrühmal juba esimesel testimisel tehtud kontrollrühmast oluliselt paremini, on kordustestimisel säilinud olulisel edul kindlasti tähtis osa suunatud uurimusliku õpetamise meetodil, kus pööratakse suurt tähelepanu õpilase suulise ja kirjaliku eneseväljendusoskuse arendamisele ning arusaamisega õppimisele.

Visuomotoorse täpsuse testis andis iga raja piiret ületanud joon miinuspunkte. Seega sõltus testi hea sooritus suurel määral just täpsusest, tuli vältida kiirustamist. Kuigi antud osatesti sooritas oluliselt halvemini ainult kontrollrühm, on ka selle testi puhul tegemist üldise tendentsiga, st et tulemused olid kordustestimisel tehtud halvemini paljudel lastel nii kontroll- kui ka eksperimentaalrühmast. Siiski on eksperimentaalrühma tulemused veidi paremad, millest võime teha järelduse, et suunatud uurimusliku õppe mõju on olnud pigem positiivne, kuigi mitte veel piisav (vt ka antud uuringu piiranguid). Antud uuringu tulemused on kooskõlas teiste uuringutega (Korkman et al., 2001).

Nimede õppimise osatesti tulemused on ehk kõige rohkem mõjutatud just õpetamise meetodist, sest selle osatesti puhul puudub eelnev erinevus nii esimese testimise, kui ka rühmade vahel. *Nimede õppimise* osatestis hinnati lapse võimet õppida ning meenutada õpitud nimesid ka aja möödudes, seejuures toimus õppimine ka meenutamise käigus, sest lapse vigu parandati meenutamise käigus. On leitud, et just 8.-10. aastastel paranevad testitulemused kõige enam, sest vanemad vanuserühmad kasutavad rohkem meeldejätmist hõlbustavaid strateegiaid, kui nooremad vanuserühmad ning struktureerivad materjali paremini (Korkman et al., 2001). Seega võime teha järelduse, et suunatud uurimuslikul meetodil õppimine aitab kaasa õppimisstrateegiate omandamisele.

Eksperimentaal- ja kontrollrühma esimese ja teise testimise võrdlus. Püstitatud hüpotees, et eksperimentaalrühma õpilaste testitulemused paranevad kordustestimisel kõikides funktsioonides, kontrollrühmal vaid mõnedes funktsioonides, ei leidnud kinnitust.

Mõlemal rühmal on tehtud teisel korral samad tähelepanu, keele ja mälu funktsioonide kuus osatesti (*auditiivne ja visuaalne tähelepanu, kiire nimetamine ja lausest arusaamine, nägude äratundmine ja nimede õppimine*) statistiliselt oluliselt paremini kui esimesel testimisel ning *jutu õppimise osatestis* on vaid väike erinevus (kontrollrühm saab olulise erinevuse, eksperimentaalrühma tulemus on piiripealne). Statistiliselt oluliselt erinevalt on tehtud *tornitest* eksperimentaalrühmal ja sensomotoorsete funktsioonide mõlemad osatestid kontrollrühmal. Seega on eksperimentaal- ja kontrollrühma vahelised sarnasused suuremad kui erinevused. Antud tulemused on kooskõlas varem tehtud uuringute tulemustega (Korkman, 2001; Kolk et al., 2005), vaid nägude äratundmise testis, kus on leitud, et tulemused ei muutu oluliselt pärast 8. eluaastat, leiti antud uuringu raames statistiliselt oluline erinevus.

Auditiivse ja visuaalse tähelepanu testis, mis nii eksperimentaal- kui ka kontrollrühmal oli esimesel korral ning nooremas klassis tehtud halvemini ning kus tulemuse muutus ajaliselt oli kõige olulisem, oli lisaks õpetamise mõjule oluline kindlasti ka arenguline muutus. See tulemus on kooskõlas teiste uuringute tulemustega (Kolk et al., 2005; Korkman, 2001), et tähelepanu areng on eriti kiire just enne 10. eluaastat, kuigi olulised on seosed ka info edastamise viisidega, mida õpetamisel kasutatakse. Samas olulisi erinevusi õpetamise meetodite järgi ei leitud.

Teise statistilise erinevuse, *sõrmenäpsu* osatesti puhul on tegemist pigem õpetamise üldise mõjuga, kui kahe klassi vahelise erinevusega, sest tulemused muutuvad nii eksperimentaal- kui ka kontrollrühmal kordustestimisel oluliselt halvemaks võrreldes eelmise aasta tulemusega. Põhjusena võib jälle välja tuua kiirustamise (mõõdeti soorituseks kulunud aega) soorituse täpsuse arvel. Siiski on eksperimentaalrühma tulemused veidi paremad, st et suunatud uurimusliku õppe mõju on olnud pigem positiivne. Teistes uuringutes on leitud, et visuomotoorsed oskused saavutavad suhtelise küpsuse juba 2. klassis (Kolk et al., 2005).

Tulid välja ka klassidevahelised erinevused. Nimelt sai I kontrollrühm esmakordsel testimisel *lausest arusaamise* ja *keelelise ladususe* osatestides I eksperimentaalrühmast oluliselt halvema tulemuse, tulemust kinnitasid ka õpetaja tähelepanekud. Kordustestimise tulemused näitavad, et õpilaste tase *lausest arusaamise* osatestis on paranenud. I kontrollrühm sai ainsana *tornitesti* kordustestimisel esimesest testimisest veidi parema (statistiliselt mitteoluliselt) tulemuse, kõikide teiste klasside tulemused läksid halvemaks.

Seega saadud tulemuste rühmadevahelisel võrdlemisel selgus, et mõlemal testitud rühmal paranesid statistiliselt oluliselt tähelepanu funktsioonid (*auditiivne ja visuaalne tähelepanu*), mälu ja õppimise osatestid (*nimede õppimine ja nägude äratundmine*) ning keelelistest funktsioonidest *lausest arusaamine* ja erinevate sõnade nimetamise kiirus, tulemused ei muutunud *juhiste mõistmise* ja *keelelise ladususe* osatestides. Selle põhjal võime teha järelduse, et kõigis uuritud klassides toimuv õpetamine toetab tähelepanu- ja mälu funktsioonide arengut ning ka mõningate keelefunktsioonide (*kiire nimetamine* ja *lausest arusaamine*) arengut.

Tulemusi õpetamise meetodi järgi analüüsidest paranesid eksperimentaalrühmal võrreldes kontrollrühmaga *lausest arusaamise* ja *nimede õppimise* osatestid. Seega nendel õpilastel, kellel

oli võimalik õppida loodusõpetust suunatud uurimusliku õppe programmi abil, paranesid tavaklassiga võrreldes mälu ja õppimise strateegiad ning lausest arusaamise oskus.

Statistiliselt halvemini tehtud tulemused olid eksperimentaal- ja kontrollrühmal erinevad – kontrollrühmal halvenesid sensomotoorsed funktsioonid, eksperimentaalrühmal aga *tornitest*. Tulemused mootorsetes funktsioonides ja *tornitestis* võivad peegeldada ühelt poolt koolis väljakujunenud õppimise käsitust, milles domineerivad kiirustamine ja katsetamine ning õppimise eesmärgiks näib olevat lahendada ülesanne võimalikult vähesel vaevaga. Teiseks võimalikuks testitulemuste mõjutajaks võib olla vähenenud suunatud uurimusliku õppe tundide arv eksperimentaalrühmal teisel aastal, seega pöörati võrreldes esimese aastaga antud valdkonna arendamisele vähem tähelepanu. Seega võime teha järelduse, et koolis pööratakse vähe tähelepanu nii tegevuste planeerimise ja probleemide lahendamise oskuse arendamisele, kui ka käelisele täpsusele (käe ja silma koostööle). Sellist oletust toetavad ka teiste uuringute tulemused (vt Klenberg et al, 2001; Kolk et al., 2005; Luciana & Nelson, 2002). Rahul ei saa olla õpilaste suhtumisega, milles domineerivad kiirustamine ning katsetamine vastandina läbimõeldud tegutsemisele. Õppimise eesmärgiks ei näi olevat mitte areng, õppimine ja teadmiste omandamine, vaid ülesannete kiiresti ärategemine.

Poiste testitulemuste muutused eksperimentaal- ja kontrollrühmas. Püstitatud hüpotees, et eksperimentaalrühma poiste tulemused paranevad kõikides funktsioonides, kontrollrühma poiste tulemused vaid mõnedes funktsioonides, ei leidnud kinnitust.

Mõlemal rühmal on tulemused oluliselt paranenud mõlemas tähelepanu ja ühes mälu osatestis (eksperimentaalrühmal *jutu õppimise*, kontrollrühmal *nägude äratundmise* osatest), eksperimentaalrühmal aga lisaks veel ühes keele (*kiire nimetamise*) osatestis, mille tulemus on kontrollrühmal piiripealne. Samas teeb murelikuks poiste käe ja silma täpse koostöö halvenemine – kontrollrühma poisid sai mõlemas käelise tegevuse osatestis statistiliselt oluliselt halvemad tulemused. Tulemused halvenesid ka *tornitestis*, kus eksperimentaalrühm sai statistiliselt oluliselt halvema tulemuse. Antud tulemused on kooskõlas teiste uuringutega (nt Anderson et al., 2001; Klenberg et al., 2001; Kolk et al., 2005), mis näitavad, et tüdrukute areng on kiirem, nad saavutavad suhtelise küpsuse mitmete funktsioonide osas varem ning poiste tulemused paranevad järgnevatel aastatel.

Tüdrukute testitulemuste muutused eksperimentaal- ja kontrollrühmas. Püstitatud hüpotees, et nii eksperimentaal- kui kontrollrühma tüdrukute tulemused paranevad kõikides funktsioonides, leidis osalist kinnitust, kuna tulemustes on nii sarnasusi (viis osatesti tegid mõlemad rühmad statistiliselt oluliselt paremini), kui erinevusi (ilmnesid kahes osatestis). Paranesid *auditiivse ja visuaalse tähelepanu, kiire nimetamise ja lausest arusaamise, nime õppimise ja nägude äratundmise* osateid. Halvemini tehti kordustestimisel *tornitest* (eksperimentaalrühm) ja *visuomotoorse täpsuse* (kontrollrühm) osatest. Antud tulemused on osaliselt kooskõlas varasemate uuringutega (Anderson et al., 2001; Klenberg et al., 2001; Kolk et al., 2005), erandiks oli jälle *nägude äratundmise* test, kus antud uuringu käigus tulemused oluliselt paranesid. Samas tõdevad uurijad, et poisid jõuavad peagi tüdrukutele järele.

Üks võimalik selgitus saadud eksperimentaal- ja kontrollrühma erinevustele *tornitestis* oleks, et kuna eksperimentaalrühma tüdrukute keskmine ei erinenud esimesel testimisel kontrollrühma keskmisest, siis võis tulemustele kordustestimise aastal negatiivset mõju avaldada vähene uurimuslikult läbiviidud tundide arv, mis ei toetanud täidesaatvate funktsioonide arengut samal määral esimese aastaga.

Käesoleva uurimistöö tulemuste üldistatavus jääb uuritava valimi piiridesse. Antud uuringu tulemused peaksid pakkuma huvi kõikidele haridustöötajatele, kes on seotud laste arendamise ja õpetamisega ning õpetajate ja õppematerjalide ettevalmistamisega.

Antud uuringu piiranguna võib välja tuua asjaolu, et testi kasutati esmakordselt kooli kontekstis, seni on seda kasutatud haiglas, täpse diagnoosimise eesmärgil.

Testi tulemustele eksperimentaalrühmas võis mõju avalda veel uurimusliku õppe meetodil läbiviidud tundide vähesus teisel, kordustestimise aastal. Selle tingis uute õppematerjalide ettevalmistamiseks (juhendmaterjali tõlkimine-katsetamine ja katsevahendite komplekteerimine) kulunud aeg. Kui ühe esimese eksperimentaalklassi lapsed õppisid praktiliselt terve aasta loodusõpetust uurimusliku õppe meetodil (ehk kolme teemat, 3x16 tundi), siis teisel ja kolmandal aastal vähenes uurimusliku õppe osakaal ainult 1 teemani (16 tundi), ülejäänud aja õppisid nad traditsiooniliselt. Teine eksperimentaalklass õppis mõlemal aastal vaid ühe teema (16 tundi) uurimusliku õppe meetodil (vt ka tabel 6). Võib oletada, et ühe õppeteema (16 t) läbimine tavapärasest erineval meetodil ei taga veel olulist kognitiivsete funktsioonide arengut. Samas

võib õpetajate tähelepanekute põhjal väita, et kui õpilased on omandanud uurimusliku hoiaku (sootsiokonstruktivistliku õpikäituse), siis see säilib neil edaspidi ka teistes tundides (vt ka Tankler, 2005; Helekivi, 2006). Võime teha vaid oletuse, et kui uurimuslikul meetodil õpetamine oleks jätkunud vähemalt samas mahus esimese aastaga (s.o vähemalt kolm õppeteemat aastas), oleksid testitulemused erinevad, kuna uuringud on näidanud, et õppetundide arv (alla kahe nädalas) on oluline testitulemuste mõjutaja (vrld Mikk & Täht, 2010).

Piiranguna võib välja tuua ka uuritavate väikese arvu, mis sõltus uurimuslikul meetodil õppinud õpilaste arvust ning asjaolust, et kordustestimisel oli osa õpilasi vahetanud kooli.

6. KOKKUVÕTE

Suunatud uurimuslik õpe ja lapse kognitiivne areng algklassides

Uus, 2010. aasta Põhikooli riiklik õppekava seab loodusteaduste õppimisel olulisele kohale loodusteadusliku kirjaoskuse arendamise. Õppimise keskmes on loodusteaduslike probleemide lahendamine loodusteaduslikule meetodile tuginevas uurimuslikus õppes, väärtustatakse sisemiselt motiveeritud ja loodusvaldkonnast huvituva õpilase kujundamist (Põhikooli riiklik õppekava, 2010).

Õppekava rakendamine eeldab nii uurimusliku meetodi tundmist kui ka tugimaterjalide olemasolu (Kikkas, 2001; Mikk, 2001; Rannikmäe, 2001). Samas näitavad erinevad uuringud, et Eesti õpilaste loodusteaduslikud uurimisoskused on tagasihoidlikud (REKK, 2007; Kikas, 1997; Kaljusmaa, 2003; Kanter, 2000; Laius, 2003; REKK, 2006; Teppo, 2004).

Antud töös käsitleti suunatud uurimusliku õppe mõju esimese kuni kolmanda klassi õpilaste kognitiivsele arengule. Kasutades neuropsühholoogilist testi NEPSY, oli töö eesmärgiks võrrelda õpilaste kognitiivset arengut traditsioonilise ja suunatud uurimusliku õpetamise korral, toetudes varem läbiviidud uuringutele kognitiivse arengu kohta.

Töös püstitati järgmised hüpoteesid: 1) eksperimentaalrühm saab erinevates kognitiivsetes funktsioonides paremaid tulemusi kui kontrollrühm; 2) eksperimentaalrühma laste testitulemused paranevad kordustestimisel kõikides funktsioonides, kontrollrühmal vaid mõnedes funktsioonides; 3) eksperimentaalrühma poiste tulemused paranevad kõikides funktsioonides, kontrollrühma poiste tulemused vaid mõnedes funktsioonides; 4) nii eksperimentaal- kui kontrollrühma tüdrukute tulemused paranevad kõikides funktsioonides.

Uurimistulemustes võrreldi kognitiivse arengu ja õpetamise meetodite vahelisi seoseid, kus suunatud uurimuslikul meetodil õppinud eksperimentaalrühm sai kontrollrühmast statistiliselt oluliselt paremad tulemused *lausest arusaamise* ja *nimede õppimise* osatestides ning kontrollrühm sai parema tulemuse *tornitestis*. Analüüsides rühmasiseselt toimunud muutusi, paranesid mõlemal rühmal tulemused tähelepanu, keele ja mälu funktsioonides. Erinevused leiti planeerimise ja probleemide lahendamise osatestis, mille sooritas paremini kontrollrühm ning

sensomotoorsetes funktsioonides, mille sooritas paremini eksperimentaalrühm. Tulemusi soopõhiselt uurides leiti, et kõigil poistel paranesid tähelepanu ja mälu testid, kuid halvenesid sensomotoorsed funktsioonid. Eksperimentaalrühma poisid tegid kontrollrühmaga võrreldes paremini ühe keeletesti, kontrollrühma poisid aga tornitesti. Kontrollrühma tüdrukutel ei muutunud tulemused tornitestis ning eksperimentaalrühma tüdrukutel sensomotoorsetes funktsioonides, teistel rühmadel tulemused nendes osatestides halvenesid.

Märksõnad: suunatud uurimuslik õpe, lapse kognitiivne areng, kognitiivsete võimete hindamine, õppimise ja õpetamise seosed kognitiivse arenguga.

SUMMARY

Inquiry learning and a child's cognitive development in elementary school

The new 2010 year elementary school national curriculum puts a great emphasis on sciences literacy in learning sciences. The solving of sciences problems based on sciences exploratory study methods is set in the center of the study; the shaping of a student that is internally motivated and interested in sciences is highly valued. At the same time, various surveys show that Estonia's students' scientific research skills are modest (Kaljusmaa, 2003; Kanter, 2000; Kikas, 1997; Laius, 2003; REKK, 2006; Teppo, 2004).

This thesis deals with an exploratory study addressing the impact of the first to third grade students' cognitive development. Using a developmental neuropsychological assessment test – the NEPSY, the task was to compare students' cognitive development in traditional teaching and in inquiry learning, relying on previous data on cognitive development.

The following hypotheses were posed: 1) an experimental group gets better results in different cognitive functions than the control group; 2) the test results of the children in the experimental group improve on all levels after confirmatory testing; in the control group the improvement is only in some functions; 3) the boys results in the experimental group improve on all functions, the boys from the control group only improve on some functions; 4) the girls' results improve in all functions in both the experimental- and control groups.

The links between cognitive development and teaching methods were compared in the study results, where the experimental group that had used inquiry learning method in their studies got significantly better results in the *comprehension of a sentence* and the *learning of names* subtests than the control group, but the control group got better results in the *tower test*. While analyzing the changes inside the groups, both groups improved their results in attention, language and memory functions. The differences were found in planning and problem solving subtest that was performed better by the control group and in sensorimotor functions that was performed better by the experimental group. By studying the results based on gender, it was discovered that all the subjects' statistics on sensorimotor functions had decreased. The boys in the experimental

group did better on a language test than the boys in the control group, the boys in the control group, on the other hand, exceeded in the *tower test*. The girls in the control group did not have any changes in their results in the *tower test*, nor did the girls in the experimental group in their sensorimotor functions, the other groups did badly in these subtests.

Teaching in the studied classes supported attention- and memory function development more, as well as some language function development, while less attention was paid to the executive and sensorimotor functions and the results in these tests decreased. As the result of the research at hand one can say that inquiry learning supported both the development of learning skills and the development of comprehension. The deterioration of results in planning- and problem solving function subtests and sensorimotor functions need additional research. Schools need to pay more attention on developing better activity planning and problem solving skills, as well as sensorimotor skills. An attitude, in which rushing and experimenting dominate in opposed to well-advised action shall not be condoned.

Keywords: inquiry learning, a child's cognitive development, assessing cognitive capabilities, learning and teaching connections in cognitive development.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Alberts, B. (2000). Some Thoughts of a Scientist on Inquiry. Minstrell, J. & E. H. van Zee (Eds.). *Inquiry into Inquiry Learning and Teaching in Science* (pp. 3-13). American Association for the Advancement of Science: Washington, DC.
- Anderson, V.A., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R. & Catroppa, C. (2001). Development of executive functions through late childhood and adolescence in an Australian Sample. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), pp. 385-406.
- Barnes, M. B., Foly, K. R. (1999). Inquiring into Three Approaches to Hands-On Learning in Elementary and Secondary Science Methods Courses. *Electronic Journal of Science Education*, Detsember. Kõlastatud 31. mail 2010, aadressil <http://wolfweb.unr.edu/homepage/crowther/ejse/barnesfoley.html>.
- Bonnstetter, R. J. (1998). Inquiry: Learning from the Past with an Eye on the Future. *Electronic Journal of Science Education*, 3(1). Kõlastatud 04. juunil 2010, aadressil <http://wolfweb.unr.edu/homepage/jcannon/ejse/bonnstetter.html>.
- Bybee, R.,W. (2000). Teaching Science as Inquiry. In J. Minstrell and E.H van Zee (Eds.), *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science* (pp. 20-46). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Champagne, A. B., Bunce, D. M. (1991). Learning-theory-based Science Teaching. In Glynn, S. M., Yeany, R. H. & Britton, B. K. (Eds). *The Psychology of Learning Science* (pp. 21-34). Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale, NJ.
- Electric Circuits*. (1991). Teacher's guide. Science and Technology for Children. National Academy of Science.
- Ennok, M. (2007). *Cognitive profile and its changes in children with neonatal and childhood stroke : master's thesis*. Tartu: Tartu Ülikool.
- Epstein, H. T. (2001). An Outline of the Role of Brain in Human Cognitive Development. *Brain and Cognition*, 45, 44-51.
- Foundations* (s.a.). A monograph for professionals in science, mathematics, and technology education, Vol 2. Inquiry. Thoughts, Views, and Strategies for the K-5 Classroom. National Science Foundation.
- Gagne, R. M., Driscoll, M. P. (1992). *Õppimise olemus ja õpetamine*. Tartu: Tartu Ülikool.

- Glynn, S. M., Yeany, R. H. & Britton, B. K. (1991). A Constructive View of Learning Science. In Glynn, S. M., Yeany, R. H. & Britton, B. K. (Eds). *The Psychology of Learning Science* (pp. 3-19). Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale, NJ.
- Good, T. L., Brophy, J. E. (1995). *Contemporary Educational Psychology* (5th ed). New York: Longman.
- Good, T. L., Brophy, J. E. (2003). *Looking in classrooms* (9th ed). Boston (etc.): Allyn and Bacon.
- Gurian, M., Ballew, A. C. (2004). *Poisid ja tüdrukud õpivad erinevalt*. El Paradiso.
- Helekivi, V. (2006). *5-7 aastaste tüdrukute ja poiste kognitiivse ja sotsiaalse arengu erinevused*. Publitseerimata bakalaureusetöö. Tartu Ülikool.
- Henno, I. (2008). Eesti õpilaste huvi loodusteaduste vastu PISA 2006 rahvusvahelises võrdluses. *LoTe*, 2, 10-14.
- Huttenlocher, J., Levine, S., Vevea, J. (1998). Environmental Input and Cognitive Growth: A Study Using Time-Period Comparisons. *Child Development*, 69(4), 1012-1029.
- Ilm* (s.a.). Avastusõpe. Õpetajakoolituse materjalid. Tartu: Tartu Ülikool.
- Järv, K. (2002). Eelkooliealiste ja algklasside laste tavaettekujutused lahustumisest. Publitseerimata magistr töö. Tartu Ülikool.
- Kaljusmaa, M. (2003). *Põhikooli õpilaste arusaamad energia mõistest*. Publitseerimata magistr töö. Tartu Ülikool.
- Kanter, H. (2000). *Õpetamise mõju teaduslike mõistete omandamisele (astronoomiaalaste mõistete näitel)*. Publitseerimata magistr töö. Tartu Ülikool.
- Kask, K. & Rannikmäe, M. (2010). Uurimusliku õppe mõju õpilastele afektiivses ja kognitiivses valdkonnas. *Õnnestav õpetus* (lk 116-126). Tartu: TÜ Kirjastus.
- Kikas, E. (1997). *Conceptual development in school-aged children: the impact of teaching*. Dissertationes psychologicae. Tartu: Tartu University Press.
- Kikas, E. (2000). *Pedagoogiline psühholoogia*. Konspekt. Arenguteooriad. Õppimisteooriad. Motivatsioon. Tartu: Kaitseväe Ühendatud Õppeasutused.
- Kikas, E. (2001). *RÕK-i standardite vastavus õpilaste mõistete ja arengutasemega*. Külastatud 15. mail, 2010, aadressil <http://www.ut.ee/curriculum/456801/kikas-1.pdf>.

- Kikkas, A. (2001). *Keemia- ja füüsikaõpetajate seire õppekava eesmärkide realiseerimisel*: magistritöö. Tartu Ülikool.
- Klenberg, L., Korkman, M., Lahti-Nuutila, P. (2001). Differential Development on Attention and Executive Functions in 3- to 12-Year-Old Finnish Children. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), pp. 407-428.
- Kolk, A. & Talvik, T. (2000). Cognitive outcome of children with early-onset hemiparesis. *Journal of Child Neurology*, 15(9), 581-587.
- Kolk, A. (2001). *Cognitive development of children with non-progressive unilateral brain lesion*. Dissertationes psychologicae. Tartu: Tartu University Press.
- Kolk, A., Ennok, M., Jaani, J. (2005). Eesti koolilaste kognitiivne võimekus algklassides. *Eesti Arst*, 84(5), 315-321.
- Korkman, M. (2001). Introduction to the Special Issue on Normal Neuropsychological Development in the School-Age Years. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 325-330.
- Korkman, M., Barron-Linnankoski, S., & Lahti-Nuutila, P. (1999). Effects of age on reading instruction on the development of phonological awareness, speeded naming, and verbal memory. *Developmental Neuropsychology*, 16, 415-431.
- Korman, M., Kemp, S. L., Kirk, U. (2001). Effects of Age on Neurocognitive Measures of Children Ages 5 to 12: A Cross-Sectional Study on 800 Children From the United States. *Developmental Neuropsychology*, 21(1), 331-354.
- Korkman, M., Kirk, U., Kemp, S. L. (1997). *NEPSY: Lasten Neuropsychologinen Tutkimus*. Helsinki: Psykologien Kustannus.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P., Marx, R. and Soloway, E. (2000). Instructional, Curricular, and Technological Supports for Inquiry in Science Classrooms. In J. Minstrell and E.H van Zee (Eds.), *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*, pp 283-315. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science (AAAS).
- Laikask, H. (2007). Avastusõppe rakendamisest 2. klassi loodusõpetuses. Publitseerimata bakalaureusetöö. Tartu Ülikool.
- Laius, A. (2003). *The influence of STL teaching on 9th grade students' attitudes towards science and creativity*. Dissertation for application for Master degree. Tartu University.
- Lindgren, H.C., Suter, W. N. (1997). *Pedagoogiline psühholoogia koolipraktikas*. Tartu: Tartu Ülikool.

- Linnamägi, M., Krikk de Mateo, S., Tenno, T. (Toim). (2008). *Uuendatud haridus. Konverentsi teesid*. B. G. Forseliuse Selts.
- Lorsbach, A., Tobin, K. (1992). Constructivism as a Referent for Science Teaching. In *Research Matters to the Science Teacher*, NARST Monograph No. 5, 7.
1992.<http://www.exploratorium.edu/IFI/resources/research/constructivism.html>
- Luciana, M., Nelson, C.A. (2002). Assessment on Neuropsychological Function Through Use of the Cambridge Neuropsychological Testing Automated Battery: Performance in 4- to 12-Year-Old Children. *Developmental Neuropsychology*, 22 (3), 595-624.
- Mayer, R., E. (2004). Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? The Case for Guided Methods of Instruction. *American Psychologist*, pp 14-19.
- Mikk, J. (2001). Kooli arendamine ja õppevara. *Kooliarenduse konverents 25.-26. Oktoobril 2001 Tartus*. British Council.
- Mikk, J., Täht, K. (2010). PISA 2006 seoseid riikide haridus- ja majandusarenguga. *Õnnestav õpetus* (lk 91-103). Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus.
- Minstrell, J. (2000). Implications for Teaching and Learning Inquiry: A Summary. In J. Minstrell and E.H van Zee (Eds.), *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science* (pp. 471-496). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Mäeots, M., Pedaste, M. (2009). Uurimuslike oskuste arendamine õpikeskkonnas „Noor teadlane“. *LoTe. Ajakiri loodusteaduste õpetajatele*, 3/4, lk 4-6.
- National Science Resources Center, National Academy of Sciences, Smithsonian Institution (1997). *Science for All Children*. A Guide to Improving Elementary Science Education in Your School District. Washington, D.C: National Academy Press.
- Nugin K. (2007). *Intellectual development of 3 to 6 years old children in different rearing environments according to WPPSI-R test*. Tallinn, TLÜ kirjastus.
- Padilla, M. J. (1991). Science Activities, Process Skills, and Thinking. In Glynn, S. M., Yeany, R. H. & Britton, B. K. (Eds). *The Psychology of Learning Science* (pp. 205-216). Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale, NJ.
- Pine, J., Aschbacher, P., Roth, E., Jones, M., McPhee, C., Martin, C., Phelps, S., Kyle, T., Foley, B. (2006). Fifth graders' Science Inquiry Abilities: A Comparative Study of Students in Hands-On and Textbook Curricula. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 5, 467-484.

Pollen (s.a.). *Euroopa Liidu 6. raamprogrammi projekt Pollen*. Külastatud 06. mail, 2010 aadressil <http://www.ut.ee/pollen>.

Põhikooli ja gümnaasiumi riiklike õppekavade rakendamine (s.a.). Külastatud 24. mail, 2010, aadressil https://www.oppekava.ee/vv_maarus_g/pohikooli_ja_guemnaasiumi_riiklike_oppekavade_rakendamine_oppekirjandusest_jmt.

Põhikooli riiklik õppekava. (2010). Vabariigi Valitsuse 28. jaanuari 2010. a määruse nr 14 lisa 4. Külastatud 14. mail, 2010, aadressil https://www.oppekava.ee/vv_maarus_pk/pohikooli_riiklik_oppekava_vabariigi_valitsuse_maeerus_nr_14_28.01.2010.

Quéré, Y. (2008). Kas loodusteaduste õpetamist ja õppimist peaks pelgama? Linnamägi, M, Krikk de Mateo, S., Tenno, T. (Toim). *Uuendatud haridus. Konverentsi teesid*. Tartu: B. G. Forseliuse Selts.

Rannikmäe, M. (2001). *Operationalisation of Scientific and Tehnological Literacy in the Teaching of Science*. Dissertationes Pedagogicae. Tartu: Tartu University Press.

REKK (2006). *PISA 2006 Loodusteadusliku kirjaoskuse raamdokument*. Külastatud 14. mail, 2010, aadressil http://www.ekk.edu.ee/valdkonnad/uldharidusvalishindamine/pisa/PISA_2006_loodusteadusliku_kirjaoskuse_raamdokument.pdf

REKK (2007). *Ülevaade rahvusvahelise õpilaste õpitulemuslikkuse hindamise programmi PISA 2006 tulemustest*. Külastatud 14. mail, 2010, aadressil http://www.ekk.edu.ee/valdkonnad/uldharidusvalishindamine/pisa/PISA_16pparuanne_041207.pdf.

Riigi Teataja (2002). *Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava*. Vabariigi Valitsuse 25.01.2002. a määrus nr 56.

Schunk, D. H., Pintrich, P.R., & Meece, J. L. (2008). *Motivation in education: theory, research, and applications*. Upper Saddle River (N.J.); Columbus (Ohio): Pearson/Merrill Prentice Hall.

Soer, K. (2008). *Sotsiaal-teadusliku suunitlusega õppematerjalide kasutamise mõju õpikeskkonnale põhikooli loodusainete tundides*. Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikool.

- STC Meets the Standards*. (1998). An Analysis of the Alignment between the Science and Technology for Children Curriculum and the National Science Education Standards. NSRC. Burlington, NC: Carolina Biological Supply Company.
- Tankler, M. (2005). *Avastusõppe plussid ja miinused teoorias ja praktikas*. Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikool.
- Teppo, M. (2004). Grade nine students' opinions relating to the relevance of science education. M. Sc. Thesis. Tartu: Tartu Ülikool.
- Tulviste, T. (2008). Kõne areng. Kikas, E. (Toim). *Õppimine ja õpetamine koolieelses eas*. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Tõnisson, A. (2009). Muutused riiklikus õppekavas. *LoTe. Ajakiri loodusteaduste õpetajatele*, 3/4, 3.
- Vaino, K. (2008). Elektrolüütide lahused: keemia ainesisu reaalelu kontekstis. *LoTe, Ajakiri loodusteaduste õpetajatele*, 1, 21-24.
- Weather* (1995). Teaches guide. Science and technology for children. NSRC. Burlington, NC: Carolina Biological Supply Company.

LISA 1.

1. klassi õppeteema „Ilm“ eesmärkide, sisu ja hindamismeetodite kirjeldus (Ilm, s.a.)

Aeg	Tunni eesmärk	Tunni sisu	Hindamisvahendid ja -meetodid
1.tund	Õppetsüklikeelne teadmiste hindamine (milline on tänane ilm ja kuidas ma otsustan, mida kooli selga panna ²), täiendava hindamise võimalused	Õpilaste eelteadmiste väljaselgitamine ¹ ilmavaatluse alusel, tulpdiagrammi koostamine lemmikilma kohta (kuum, soe, külm)	Ajurünnak ^{4,5} , klassi ilmavaatlustabel ⁴ , tulpdiagramm ⁴ , klassiarutelu ^{4,5} , õpilaste individuaalsed joonistused ^{4,5} , õpetaja tähelepanekud ^{4,5}
2.tund	Üksikasjalikum ilmavaatlus ⁴ nelja meele abil, tutvumine ilma tunnustega, lugemispala ⁴ „Ilma vaatlemine koos meteoroloogiga“	Tajumisvõime arendamine läbi ilmavaatluse, lugemispala kuulamine, küsimuste genereerimine ⁴ ilma kohta, meteoroloogi töö tutvustamine ⁶	Vaatlustabel, lugemispala ^{4,5} , klassiarutelu, ilmavaatlustulemuste andmeleht ⁵
3. tund	Vaatluste kirjapanemine ⁴ pikaajalisse andmekogumisplaani ehk igapäevasesse „Ilmavaatluskalendrisse“	Ilma muutumise jälgimine päevast päeva ja nädalast nädalasse.	Klassi ilmavaatlustabel, klassiarutelu
4. tund	Tuule kiiruse määramiseks tuuleskaala kasutama õppimine	Esimese (kolmest) lihtsa skaala tundmaõppimine ja kasutamine ⁴ .	Tuule tugevuse skaala kasutamine ⁷ , graafiku täitmine ⁴ , klassiarutelu, andmeleht, õpilaste valmistatud tuulelipp ⁷
4.-14. tund	Õpilased keskenduvad nelja ilmaelemendi – pilvkate, sademed, tuul ja temperatuur, vaatlemisele, arutamisele, mõõtmisele ja ülesmärkimisele	Õpitakse kasutama näidis- ja päristermomeetrit, mõõtma igapäevast temperatuuri ja panema oma avastused kirja klassi temperatuuritabelisse, selgitatakse ohutusnõudeid termomeetri kasutamisel ⁷	Termomeetri tundmaõppimine ja kasutamine, kümne kaupa loendamine ^{5,7} , individuaalne katse ^{4,5} , paaristöö ^{4,5} , täiendav hindamine ⁵ , andmelehed, õpilaste valmistatud näidistermomeeter ⁷
8.-9. tund	Jätkatakse termomeetri näitude kindlaksmääramise harjutamist ⁴ (toa-, välis-, veetemperatuuri mõõtmine, värvi mõju	Ilma mõju riietumisviisile ² , värvi mõju riietumisele, tutvumine erinevate termomeetritega.	Graafiku koostamine, rühmakatse, ennustuste tegemine ^{4,5} , katsetulemuste tabel, klassiarutelu, individuaalne katse,

	temperatuurile)		andmeleht
10. tund	Õpilased loovad kolmanda skaala, sademete hulga mõõtmisvahendi ja harjutavad sademete hulga mõõtmist	Mõõtmisvahendi valmistamine ja tulemuste lugemine, katse sademete mõõtmiseks ning tulemuste arutelu	Õpilaste valmistatud sademete mõõtmisvahend, selle kasutamine, klassidiskussioon, andmeleht, õpetaja tähelepanekud
11. tund	Õpilased uurivad, mis juhtub vihmaga pärast allasadamist (vee aurustumine lompides), lugemispala „Vihmavarju leiutamine“ ⁷	Arutelu, tulemuste ennustamine ja pikemaajalise katse läbiviimine ^{4,5} , lugemispala kuulamine, leiutamine ja fantaseerimine	Rühmatööna katse, suuline vastus ⁵ , individuaalsed joonistused, õpetaja tähelepanekud
12. tund	Võimalus õppida sobiva riietuse valimist ² vihmase ilma puhuks, lugemispala „Mantel, mis hoiab kuivana“ ⁷	Ennustamine ^{4,5} ja katse läbiviimine, lugemispala kuulamine ja arutelu	Klassiarutelu, rühmatööna katse, andmeleht
13. ja 14. tund	Õpilased pööravad tähelepanu pilvede välistele erinevustele, kategoriseerides fotosid pilvedest erineval viisil vaatluse alusel	Pilvede vaatlemine, pilvefotode liigitamine pilvetüüpideks ⁴ (teaduslike mõistete alusel)	Klassiarutelu, arutelu tabel võrgustikuna ⁴ , vaatlus, individuaalne 3-mõõtmeline pilt pilvest ⁷ , rühmatöö, klassi pilvede tabel, ajurünnak omadussõnade leidmiseks ⁷
15. tund	Tegelike ilmaprognooside võrdlemine enda vaatlusandmetega ²	Ilmaprognoosi ja enda kogutud andmete võrdlemine ⁴ ning selle põhjal otsustuste tegemine ⁴ riietumiseks ning tegevusteks õues	Klassi tabel, klassiarutelu, õpetaja tähelepanekud
16. tund	Andmete esitamine üldistuste tegemiseks ilma kohta, mida õpilased vaatlesid oma kodukohas õppetsükli algusest peale	Omandati kogemused ilma vaatlemiseks, mõõtmiseks ja andmete ülestähendamiseks ning tehakse kokkuvõtte õppetsükli jooksul kogutud andmetest	Kokkuvõtete tegemine pikaajaliste ilmavaatluste kohta erinevate kogutud andmete alusel ⁴
<p>Õppetsüklijärgne hindamine⁵, mis on kooskõlas õppimistsüklikeelse hindamisega 1. tunnis (milline on tänane ilm ja kuidas ma otsustan, mida kooli selga panna). Lisaks esitatakse täiendavas hindamises⁵ lisaküsimusi (temperatuuri kindlaksmääramine ja ülesmärkimine ning sellele vastava riietuse valik) ja mõtteid õpilaste edasijõudmise hindamiseks⁵.</p>			

Märkused: ¹ õpilaste eelteadmiste ja huvide väljaselgitamine, ² õpitu seostamine õpilaste igapäevase kogemusega, ³ teaduse rakendamine igapäevaelus, ⁴ erinevate õpetamismeetodite

kasutamine, ⁵ erinevate hindamismeetodite kasutamine, ⁶ erinevate elukutsete tutvustamine, ⁷ lõiming teiste ainetega.