

Tartu Ülikool  
Sotsiaal- ja haridusteaduskond  
Haridusteaduste instituut  
Haridusteaduste (reaalained) õppekava

Merlin Joa

INTERAKTIIVSE TAHVLI KASUTAMINE MATEMAATIKATUNNIS TUNDIDE  
NÄIDETEL  
bakalaureusetöö

Juhendaja: Eno Tõnisson

Läbiv pealkiri: Interaktiivse tahvli kasutamine matemaatikatunnis

KAITSMISELE LUBATUD

Juhendaja: Eno Tõnisson (MSc)

.....

*(allkiri ja kuupäev)*

Kaitsemiskomisjoni esimees: Mario Mäeots (PhD)

.....

*(allkiri ja kuupäev)*

Tartu 2015

Sisukord

Sissejuhatus .....	3
Interaktiivse tahvli olemus ja funktsioonid .....	4
Interaktiivse tahvli kasutamine matemaatikatunnis.....	6
Uurimisprobleem ja uurimuse eesmärgid.....	8
Metoodika.....	9
Valim .....	9
Andmekogumise meetod ja uurimuse protseduur .....	10
Tulemused .....	12
Õpetaja A.....	12
Õpetaja B.....	14
Arutelu .....	16
Töö kitsaskohad ja praktiline väärtus .....	18
Kokkuvõte .....	19
Summary.....	20
Tänuõnad.....	21
Autorsuse kinnitus .....	22
Kasutatud kirjandus .....	23
Lisa 1. Tunnivaatlusprotokoll.....	27
Lisa 2. Intervjuu kava .....	29

## Sissejuhatus

Viimastel aastatel on erinevad tehnoloogiad leidnud tee klassiruumidesse, sealhulgas ka interaktiivne tahvel (De Vita, Elen, & Verschaffel, 2014; Holmes, 2009). Interaktiivse tahvli kasutamine koolides on muutunud populaarsemaks (Heemskerk, Kuipert, & Meijer, 2014) ja seda ka Eesti koolides. Interaktiivne tahvel on paljude võimalustega infotehnoloogia vahend (Yang, Kao, & Wang, 2012). Seda seadet on kirjeldatud kui väärtuslikku õppevahendit, mis võimaldab toetada haridust (de Koster, Kuiper, & Volman, 2013), parandada õppeprotsessi ja kaasata õpilasi tundi (Gregory, 2010).

Matemaatikatunnid on ühed populaarsemad tunnid, kus interaktiivset tahvlit kasutatakse (Gregory, 2010), kuna matemaatikatunde on palju ning internetis leidub erinevaid materjale matemaatika õpetamiseks (Winzenried, Dalgarno, & Tinkler, 2010). Interaktiivse tahvli funktsioonid võimaldavad erinevaid, huvitavaid ning põnevaid lahendusi klassiruumi (Beauchamp & Parkinson, 2005; De Vita *et al.*, 2014; Torff & Tirota, 2010). On leitud ka, et interaktiivse tahvli võimaluste kasutamine haarab õpilaste tähelepanu (Beauchamp & Parkinson, 2005; Slay, Hodgkinson-Williams, & Siebörger, 2008; Torff & Tirota, 2010) ning võib motiveerida õpilasi õppima (Gregory, 2010; Serow & Callingham, 2011; Smith, Higgins, Miller, & Wall, 2005; Torff & Tirota, 2010; Yang *et al.*, 2012).

Interaktiivne tahvel võimaldab nii tegevusi, mida tavalise tahvli ja projektoriga ei ole võimalik teha, kui ka tegevusi, mida saab tunnis kasutada ainult tavalise projektori ja tahvliga. Interaktiivse tahvli olemasolu klassis ei taga veel iseenesest selle sihipärasest kasutamist. Võimalik, et seda ei kasutata üldse või ei kasutata ära interaktiivse tahvli võimalusi (Serow & Callingham, 2011). Eestis on viimastel aastatel uuritud interaktiivse tahvli kasutamist klassiõpetaja poolt (Voode, 2012), õpilaste suhtumist interaktiivsesse tahvlisse (Vaidre, 2014) ning 2007. aastal on uuritud ka interaktiivsete tahvlite võimalusi (Tämmo, 2007), aga autorile teadaolevalt ei ole põhjalikumalt uuritud interaktiivse tahvli kasutamist matemaatikatunnis. Seega tõstatub küsimus, kuidas rakendada interaktiivset tahvlit matemaatikatunnis.

Sellest tulenevalt peab töö autor vajalikuks läbi viia kvalitatiivse uurimuse, mille eesmärkideks on välja selgitada, milliseid interaktiivse tahvli funktsioone matemaatikatunnis kasutatakse, milliseid programme kasutatakse matemaatikatunnis interaktiivse tahvliga ja kuidas neid kasutatakse ning kirjeldada kuidas muudab interaktiivse tahvli kasutamine tunni õpetajakeskseks, õpilaseskseks või õpetaja ja õpilase vaheliseks dialoogiks. Töö eesmärkideni jõudmiseks kasutatakse kvalitatiivset uurimust, mis koosneb tunnivaatlustest ja poolstruktureeritud intervjuudest.

Bakalaureusetöö koosneb neljast osast. Esimeses osas kirjeldatakse varasemaid uurimusi, milles käsitletakse interaktiivse tahvli funktsioone ja võimalusi kasutada neid matemaatikatunnis. Teises osas kirjeldatakse uurimuse metoodikat, kolmandas osas esitatakse uurimuse tulemused ja neljandas osas arutletakse saadud tulemuste üle. Lisades on toodud tunnivaatlusprotokoll ja poolstruktureeritud intervjuu kava.

### *Interaktiivse tahvli olemus ja funktsioonid*

Traditsioonilise interaktiivse tahvli moodustavad arvuti, projektor ja puuetundlik tahvel, mis on omavahel ühenduses (Smith *et al.*, 2005). Projektoriga kuvatakse arvutis olev kujutis puuetundlikule tahvlile, mis võimaldab muutmist, liigutamist ja teisi funktsioone (De Vita *et al.*, 2014). Termin „interaktiivne tahvel“ kõrval kasutatakse termineid „puuetundlik tahvel“, „puuetahvel“, „SMART-tahvel“, „nutitahvel“ (Vaidre, 2014; Voode, 2012). Lisaks interaktiivsele tahvlile on kasutusel ka uuemad tooted, näiteks interaktiivne projektor, mis ei vaja puuetundlikku tahvlit, ja interaktiivne ekraan, mis ei vaja projektorit (Telda OÜ, 2015a). Nii interaktiivne projektor kui ka interaktiivne ekraan võimaldavad interaktiivse tahvli funktsioone (Telda OÜ, 2015a). Interaktiivse tahvli, projektori ja ekraani tootjaid on erinevaid, näiteks SMART Board, Promethean, eno, Optoma, Qomo, Cleverboard (AS Datel, 2015a; Cleverproducts, 2015; Optoma, 2015a; Qomo, 2015; Steelcase, 2015; Telda OÜ, 2015b). Olenevalt interaktiivsest tahvlist, projektorist või ekraanist, on sellel võimalik töötada sõrmedega või ekraanipliiatsiga (Smith *et al.*, 2005).

Interaktiivne tahvel on paljude funktsioonidega infotehnoloogiline vahend (Yang *et al.*, 2012), mis haarab õpilaste tähelepanu (Beauchamp & Parkinson, 2005; Slay *et al.*, 2008; Torff & Tirota, 2010). See seade võimaldab teha asju, mida tavalise tahvli ja projektoriga ei ole võimalik teha. Interaktiivsel tahvlil on võimalik sõrme või ekraanipliiatsi abil kirjutada ning objekte või teksti liigutada (Beauchamp & Parkinson, 2005; Gregory, 2010). Miller, Glover ja Averis (2005) on leidnud, et interaktiivse tahvli peale kirjutamine võib alguses olla keeruline, mille tõttu on osadel interaktiivsete tahvlite programmidel (SMART Notebook™, ActivInspire) olemas automaatne käekirja tuvastus, mis muudab kirjutatud teksti trükitud tekstiks, et oleks tahvlile kirjutatud lihtsam lugeda (Promethean Planet, 2015a; Telda OÜ, 2013). Kõik interaktiivsel tahvlil tehtud muudatused on võimalik salvestada (Whyburn & Way, 2012). Paljude interaktiivsel tahvlil kasutatavate programmidega on faile võimalik salvestada erinevatesse formaatidesse, näiteks .pdf, .ppt, .html (Promethean Planet, 2015a; Telda OÜ, 2013). Salvestatud materjale on võimalik kiirelt leida ja kasutada teistes tundides, saata õpilastele kodus õppimiseks või koolist puudunud õpilastele iseseisvaks õppimiseks

(Mercer, Hennessy, & Warwick, 2010; Slay *et al.*, 2008; Whyburn & Way, 2012) ning jagada teiste õpetajatega.

Interaktiivsel tahvlil on võimalik osaliselt peita tahvlil olev informatsioon, et õpilastel oleks võimalus iseseisvalt mõelda (Beauchamp & Parkinson, 2005; Miller *et al.*, 2005). Osaline informatsiooni ära peitmine, võimaldab klassis arutleda erinevate võimaluste üle (Miller *et al.*, 2005). Üheks funktsiooniks on veel võimalus valgustada oluline osa tahvlist, et õpilaste tähelepanu suunata kõige olulisemale teabele (Mercer *et al.*, 2010). Interaktiivse tahvli oluliseks funktsiooniks on multimeediaga õpiprotsessi toetamine. Nimetatud töövahend võimaldab visualiseerida erinevate ülesannete lahendusi, luua ja näidata animatsioone ning liikumist ruumis, millega saab näiteid illustreerida (Bruce, Flynn, McPherson, & Sabeti, 2011; De Vita *et al.*, 2014; Smith *et al.*, 2005; Torff & Tirota, 2010). Animatsioonide kasutamine võib õpilastes esile kutsuda äratundmise rõõmu, mis teeb arusaamise lihtsamaks (Wolmer & Khazanov, 2011). Interaktiivsel tahvlil saab mängida erinevaid õpimänge, mis on teemakohased (Gregory, 2010; Whyburn & Way, 2012). Selliste multimeediavahendite kasutamine, võimaldab tekitada õpilastes huvi ja läbi viia põnevamaid tunde, millega seoses õpilased mäletavad paremini tunnis õpitut (Slay *et al.*, 2008).

Interaktiivne tahvel võimaldab ka tegevusi, mida saab tunnis kasutada ainult tavalise projektori ja tahvliga. Esitletavatele materjalidele on võimalik juurde lisada märksõnu ja olulist informatsiooni või vajalikku teavet värvidega esile tõsta (Beauchamp & Parkinson, 2005). See seade võimaldab näidata videoid, pilte ning slaide (De Vita *et al.*, 2014). Kui klassis on olemas internetiühendus, siis on võimalik tunni ajal leida internetist sobivaid õppematerjale või näiteid (Beauchamp & Parkinson, 2005; Bruce *et al.*, 2011). Õppevideoid on võimalik näiteks leida YouTube'i keskkonnast (Winzenried *et al.*, 2010). Internetist leitud materjalid või näited on võimalik lisada ka lingina, mida saab tunni ajal avada ja õpilastele tutvustada. Linke saab lisada ka erinevate slaidide ja programmide vahele (Beauchamp & Parkinson, 2005), et tunni ajal oleks kõik materjalid kiirelt kasutatavad. Ettevalmistatud materjalid võimaldavad õpetajal liikuda klassis ringi ja suhelda õpilastega ning abistada õpilasi (Beauchamp & Parkinson, 2005; Holmes, 2009).

Interaktiivne tahvel võimaldab ühendada endaga erinevaid seadmeid (nutitelefon, tahvelarvuti, Activote), millega on võimalik vastata küsimustele, anda tagasisidet ja suhelda (AS Datel, 2015b; Miller *et al.*, 2005; Telda OÜ, 2012; Yang *et al.*, 2012). Saadud tulemused on võimalik koheselt kuvada interaktiivsel tahvlil (Miller *et al.*, 2005). Interaktiivne tahvel võimaldab ka tahvlil olevat informatsiooni saata ühendatud seadmetesse. Selleks saab

kasutada tahvli firma seadmeid, kui need on olemas, (AS Datel 2015b; Telda OÜ, 2012) või internetilehekülge XC Collaboration (SMART Technologies, 2015a).

### *Interaktiivse tahvli kasutamine matemaatikatunnis*

Interaktiivse tahvli funktsioonid võimaldavad õpetajal tundi läbi viia märkimisväärselt erinevalt traditsioonilisest tunnist, mida suunab peamiselt õpetaja, ja muuta tund innovaatilisemaks. Innovaatilise ehk uuendusliku tunni tunnusteks on, et infotehnoloogilisi vahendeid kasutades on õpilased suunatud iseseisvale õppimisele ja avatud ülesannete lahendamisel (de Koster *et al.*, 2013) ning tunni materjalide ja tegevuste koostamisele, õpetajal on pigem suunav roll (de Koster *et al.*, 2011). On leitud, et interaktiivse tahvli võimaluste kasutamine võib motiveerida õpilasi õppima (Gregory, 2010; Serow & Callingham, 2011; Smith *et al.*, 2005; Torff & Tirota, 2010; Yang *et al.*, 2012) ja võib muuta tunni põnevamaks ja huvitavamaks (Torff & Tirota, 2010). Õpilased on märkinud, et nad õpivad paremini, kui nad kasutavad tunnis interaktiivset tahvlit (Bruce *et al.*, 2011; Whyburn & Way, 2012).

Interaktiivne tahvel on vahend, mis võib ka tunde õpilasekesksemaks muuta (de Koster *et al.*, 2013) julgustades õpilasi aruteludele ning enda arvamuse avaldamisele (Mercer *et al.*, 2010). Õpetajal on lihtsam klassiga interaktiivse tahvli abiga läbi viia paindlikumat, huvitavamamat ja mitmekülgsemat dialoogi, mis aitab õpilastel õppida (Mercer *et al.*, 2010). Tunni õpilasekesksemaks muutmisel, kasutades interaktiivset tahvlit, on oluline, et õpilastel oleks võimalus tunnis seda kasutada (de Koster *et al.*, 2013; Mercer *et al.*, 2010). On leitud, et õpilastel on lihtsam õpitavat mõista, kui ülesannet lahendab tahvli juures õpilane (Whyburn & Way, 2012) või tahvlil olev materjal on õpilaste abiga sõnastatud (de Koster *et al.*, 2013).

Gregory (2010) andmete kohaselt on matemaatika üks populaarsemaid aineid, kus interaktiivset tahvlit kasutatakse. Põhjusteks võib olla see, et matemaatika on oluline (Torff & Tirota, 2010) ja matemaatikatunde on palju ning internetis leidub erinevaid materjale matemaatika õpetamiseks (Winzenried *et al.*, 2010). Interaktiivne tahvel võimaldab matemaatikas erinevaid ideid ja strateegiaid modelleerida, demonstreerida teoreeme ja näidata erinevaid lahenduste viise (Bruce *et al.*, 2011; Holmes, 2009; Miller & Glover, 2007). Nimetatud seade võimaldab ka õpilastele esitada väljakutseid matemaatika probleemide lahendamiseks (Miller & Glover, 2007). Õpilased on leidnud, et ülesandeid on lihtsam lahendada, kui neil on võimalik kasutada interaktiivse tahvli funktsioone ja illustratsioone (Bruce *et al.*, 2011; De Vita *et al.*, 2014; Serow & Callingham, 2011). Interaktiivne tahvel on hea vahend grupidöökis (Gregory, 2010; Serow & Callingham, 2011), kuna igal õpilasel on

võimalik tahvlil teha muudatusi või lisada enda arvamust. See ajendab neid rohkem kaasa mõtlema, küsima küsimusi ja täpsemaid selgitusi andma (Bruce *et al.*, 2011).

Paljude interaktiivsete tahvlitega on kaasas ka tarkvara, mis muudab interaktiivse tahvli kasutamise mitmekülgsemaks (Smith *et al.*, 2005), näiteks SMART Notebook™ ja ActivInspire (AS Datel, 2015c; Telda OÜ, 2015b). Lisaks tarkvarale, mis on nimetatud seadmega kaasa antud, on interaktiivsel tahvlil võimalik kasutada erinevaid programme. Programmid võivad olla ka internetipõhised. Tihti kasutatakse interaktiivse tahvliga programme nagu Microsoft Word, Microsoft PowerPoint, Microsoft Excel (Winzenried *et al.*, 2010) ja GeoGebra (Hanč, Lukáč, Sekerák, & Šveda, 2011; Lavicza & Papp-Varga, 2010). Veel on võimalik interaktiivse tahvliga kasutada programme nagu Cabri II, Cabri 3D, Wolfram Alpha, Mathematica, Maxima, Google dokumendid (Hanč *et al.*, 2011) ja Geometer's Sketchpad (Bruce *et al.*, 2011).

SMART Notebook™ on üks kasutatavaid programme interaktiivse tahvliga. SMART Notebook™ programmil on lai valik töövahendeid ja funktsioone (Telda OÜ, 2013), mis toovad hästi esile interaktiivse tahvli võlud. Programmiga on võimalik lisada failidele juurde helisid, videoid, pilte, linke ja tekste. SMART Notebook™ võimaldab ka salvestada heli, kasutada erinevaid värve, importida ja eksportida faile, valgustada olulisi kohti ning katta osa tahvlist (Telda OÜ, 2013). SMART Notebook™ matemaatika vahend sisaldab dünaamilisi ja interaktiivseid võimalusi, näiteks võrrandi lahendamine, graafikute ja kujundite joonistamine ja liigutamine, tabelite moodustamine ning 3D vaade (Telda OÜ, 2010a, 2015c; Wolmer & Khazanov, 2011). Programmil on olemas käekirja ja kujundi tuvastus ehk programm muudab sisestatud joonised korrektsemaks ja valemid programmile mõistetavaks (Telda OÜ, 2010a). Õpetajad saavad neid vahendeid kasutades demonstreerida erinevaid matemaatikas esinevaid probleeme, muutusi ja suhteid. SMART Notebook™ interaktiivne vaatur ja SMART Notebook Express™ võimaldab ligipääsu kõigile SMART Notebook™ programmi failidele (Telda OÜ, 2010b), seega õpilastel on võimalus kodus kasutada tunnis näidatud materjale õppimiseks (Wolmer & Khazanov, 2011).

Teine programm, mida interaktiivse tahvliga tihti kasutatakse, on GeoGebra. GeoGebra on dünaamiline matemaatika tarkvara (GeoGebra, 2015a; Lavicza & Papp-Varga, 2010). GeoGebra ühendab dünaamilise geomeetria, algebra, tabelid, graafikud ja statistika (GeoGebra, 2015a), mis toetavad õppimist (Hanč *et al.*, 2011). On leitud, et GeoGebrat on lihtne kasutada nii arvutis kui ka interaktiivse tahvliga (Lavicza & Papp-Varga, 2010). Õpilastel ja õpetajatel on võimalus seda kasutada igal ajal, kuna programm on internetist tasuta alla laetav (GeoGebra, 2015a). GeoGebra võimaldab joonistada korrektseid kujundeid,

mida saad illustreerida erinevat värvide ja stiilidega (Lavicza & Papp-Varga, 2010). Joonistatud kujundeid on võimalik liigutada, pöörata, suurendada või vähendada, sellised omadused on tõhusad vahendid lahendamaks ülesandeid, mis sisaldavad geomeetriliste kujundite uurimist (Hanč *et al.*, 2011; Lavicza & Papp-Varga, 2010).

### *Uurimisprobleem ja uurimuse eesmärgid*

Interaktiivse tahvli kasutamine õppetundides on muutunud üha populaarsemaks ja selle õppevahendi kasutamise populaarsus kasvab (Heemskerk *et al.*, 2014). Eesti koolides on ka üha rohkem interaktiivseid tahvleid kasutusel. Telda OÜ (2015d) andmete kohaselt on Eesti koolides üle 300 SMART Board interaktiivse tahvli, lisaks on koolides kasutusel teiste firmade tahvleid. Kuid interaktiivse tahvli olemasolu klassis ei taga selle sihipärast kasutamist. Võimalik, et seda ei kasutata üldse või ei kasutata ära interaktiivse tahvli erinevaid võimalusi (Serow & Callingham, 2011) ja kasutatakse seda vaid ekraanil slaidide näitamiseks (Bruce *et al.*, 2011; Winzenried *et al.*, 2010). Eestis on viimastel aastatel uuritud interaktiivse tahvli kasutamist klassiõpetaja poolt (Voode, 2012), õpilaste suhtumist interaktiivsesse tahvlisse (Vaidre, 2014) ning 2007. aastal on uuritud ka interaktiivsete tahvlite võimalusi (Tämmo, 2007), aga ei ole põhjalikumalt uuritud interaktiivse tahvli kasutamist matemaatikatunnis. Seega tõstatub küsimus, kuidas rakendada interaktiivset tahvlit matemaatikatunnis kasutades tema laialdasi võimalusi.

Käesoleva uurimuse eesmärkideks on välja selgitada, milliseid interaktiivse tahvli funktsioone matemaatikatunnis kasutatakse, milliseid programme kasutatakse matemaatikatunnis interaktiivse tahvliga ja kuidas neid kasutatakse ning kirjeldada, kuidas muudab interaktiivse tahvli kasutamine tunni õpetajakesksemaks, õpilasekesksemaks või õpetaja ja õpilase vaheliseks dialoogiks. Eesmärkide täitmiseks kasutati kvalitatiivset uurimisviisi ja nende saavutamiseks püstitasin järgmised uurimisküsimused:

- Milliseid interaktiivse tahvli võimalusi õpetajad matemaatikatunnis kasutavad?
- Milliseid programme õpetajad kasutavad interaktiivse tahvliga ja kuidas nad neid kasutavad?
- Kuidas muudab interaktiivse tahvli kasutamine tunni õpetajakeskseks, õpilasekeskseks või õpetaja ja õpilase vaheliseks dialoogiks?

## Metoodika

### *Valim*

Käesoleva töö valim moodustati mugavusvalimi põhimõttel. Valimisse kuulusid kahe matemaatikaõpetaja kolm matemaatika tundi, kus kasutati interaktiivset tahvlit või projektorit. Esialgu püüti õpetajaid leida õpetajate hulgast, kes on osalenud konverentsil Arvutid koolimatemaatikas 2009 ja 2011. Konverentsil osalenutest oli nõus üks õpetaja osalema uurimuses, kelle poolt kolm läbiviidud tundi kaasati valimisse. Kuna konverentsil osalenutest oli nõus ainult üks õpetaja, võeti ühendust innovatsioonikoolide ja innovatsioonisõpradega. Innovatsioonikoolidest ja innovatsioonisõpradest on loodud võrgustik, milles erinevate koolide õpetajad, tugispetsialistid ja juhtkond teevad koostööd ülikooliga teadustöö ning õppevara ja õppekavade arenduses (Tartu Ülikooli Pedagogicum, 2015). Innovatsioonikoolide ja innovatsioonisõprade hulgast ühe kooli õpetaja oli nõus osalema uurimuses, ka tema kolm läbiviidud tundi kaasati valimisse.

Õpetaja A töötab põhikoolis ja õpetab 7.–8. klassi. Tema kasutab SMART firma interaktiivset tahvlit. Õpetaja on seda nimetatud tahvlit kasutanud ligikaudu seitse aastat. Õpetaja B töötab gümnaasiumis ja õpetab 9.–12. klassi. Tema kasutab Optoma firma interaktiivset projektorit. Õpetaja on seda nimetatud projektorit kasutanud ligikaudu viis kuud. Mõlemad õpetajad töötavad erinevates maakondades ja väljaspool Tartu maakonda.



*Joonis 1.* SMART Board 600i. Õpetaja A interaktiivne tahvel (Telda OÜ, 2015e)



Joonis 2. Optoma W307USTi. Õpetaja B interaktiivne projektor (Optoma, 2015b)

### *Andmekogumise meetod ja uurimuse protseduur*

Andmekogumise meetodina kasutati tunnivaatlust ja poolstruktureeritud intervjuud. Andmekogumise meetodina kasutati tunnivaatlust, kuna tunnivaatlus võimaldab saada andmeid interaktiivse tahvli või projektori kasutamise kohta. Tunnivaatlust andmekogumise meetodina on kasutatud ka erinevates uurimustes (Bruce *et al.*, 2011; de Koster *et al.*, 2013; de Koster *et al.*, 2011; Mercer *et al.*, 2010; Miller *et al.*, 2005; Miller & Glover, 2007; Serow & Callingham, 2011; Torff & Tirota, 2010; Winzenried *et al.*, 2010; Whyburn & Way, 2012). Poolstruktureeritud intervjuud kasutati, kuna see võimaldab küsida lisaküsimusi ja selgitusi antud vastustele (Winzenried *et al.*, 2010). Uurimuse koostamise algusfaasis tutvuti kirjandusega. Seejärel koostati tunnivaatlusprotokoll ja intervjuu kava, mille koostamisel lähtuti uurimuse eesmärkidest. Tunnivaatlusprotokoll koostati aines „HTHT.00.018 Tutvumis- ja vaatluspraktika“ saadud vaatlustunni protokoll ja Haridus- ja Teadusministeeriumi dokumendi „Õppetunni läbiviimise metoodika ja õppetunni analüüs“ (Voolaid & Pajus, 2013) põhjal. Tunnivaatlusprotokoll koosneb kolmest osast: üldine informatsioon, protokoll ja analüüs. Intervjuu koosneb täpsustavatest küsimustest, et saada parem ülevaade interaktiivse tahvli või projektori kasutamisest lisaks nähtule.

Tunnivaatlusprotokoll üldine informatsioon annab ülevaate klassi koosseisust, tunni ülesehitusest ja kasutatavast interaktiivsest vahendist. Protokoll osa koosneb õpetaja ja õpilaste tegevusest, mis on vaatlaja poolt kellaajaliselt kirja pandud. Lisaks märgiti juurde ka tähelepanekuid ja küsimusi, mille kohta pärast õpetajalt juurde küsiti, et tegevust paremini mõista. Analüüsi osas esitatud küsimustele, leiti vastused andmeanalüüsi põhjal. Tunnivaatlusprotokoll on esitatud lisa 1.

Intervjuu koosneb täpsustavatest küsimustest, mille kohta vaatluse käigus informatsiooni ei saadud. Õpetajatele esitati lisaküsimusi, näiteks, kui kaua nad on interaktiivset tahvli või projektorit kasutanud. Veel uuriti milliseid programme nad interaktiivse tahvliga või

projektoriga kasutavad peale nende, mida kasutati vaadeldavates tundides. Intervjuu käigus taheti ka teada, miks õpetajad kasutavad interaktiivset tahvlit või projektorit ja mis siis saaks, kui interaktiivne tahvel ei töötaks. Lisaks küsiti materjalide kasutamise ja salvestamise kohta. Samuti küsiti tehniliste probleemide kohta. Kasutades poolstruktureeritud intervjuud, ei olnud eesmärgiks esitada kõigile uuritavatele samu küsimusi samas järjekorras, vaid oluliseks peeti teemade piisavat käsitlemist, et leida vastused uurimisküsimustele. Intervjuud ei salvestatud, et intervjuu ajal oleks vabam suhtluskeskkond. Intervjuu kava on esitatud lisa 2.

Käesolevas uurimuses valiidsuse tagamiseks, kasutati koostööd uuritavatega ja eksperdi kaasamist (Creswell & Miller, 2010). Kogu uurimisprotsessi vältel tehti koostööd juhendajaga. Enne tunnivaatluste ja intervjuude läbiviimist arutati juhendajaga vaatlusprotokolli ja intervjuu küsimuste sobivuse üle. Peale tunnivaatluste analüüsi saadeti tulemused uuritavatele, et nad kinnitaksid saadud tulemusi. Käesoleva töö uurimuse reliaablust suurendati põhjaliku valimi, andmekogumise meetodi ja andmeanalüüsi kirjeldamisega (Creswell & Miller, 2010; Elo & Kyngäs, 2008).

Õpetajatega kontakteeruti e-kirja teel. Kirjas tutvustati uurimuse läbiviijat, uurimust, paluti nõusolekut uurimuses osalemiseks, selgitati tunnivaatluse põhimõtteid ning selgitati konfidentsiaalsuse tagamist. Pärast nõusoleku saamist küsiti õpetajate käest täpsustavaid küsimusi interaktiivse tahvli või projektori kasutamise kohta, et saada teada õpetaja hinnangut enda interaktiivse tahvli või projektori kasutamise kohta. Kirjas küsiti, millist interaktiivset tahvlit või projektorit õpetaja tunnis kasutab, kui palju ja tihti ta seda kasutab ning uuriti, milliseid programme õpetaja kasutab. Peale seda lepiti uuritavatega kokku neile sobiv päev, millal nende tunde vaadeldakse. Tunnivaatlused toimusid märtsikuus. Mõlemal juhul vaadeldi tunde koolis, kus õpetajad töötasid. Tunnivaatlused olid kooli juhtkonnaga kooskõlastatud.

Tunnivaatluse käigus vaadeldi mõlema õpetaja kolme matemaatikatundi. Vaadeldavates tundides kasutati kas kogu tunni vältel või episoodiliselt interaktiivset tahvlit või projektorit. Tunni ajal täideti tunnivaatlusprotokolli. Iga vaadeldud tund kesti 45 minutit. Vaadeldavates tundides osalenud klassi koosseisud olid erinevad, kuid tunni teemad paralleelklassidel olid samad. Tunde vaadeldi 7. klassis, kahes 8. klassis, kahes 9. klassis ja 11. klassis.

Vahetundides küsiti õpetajalt vaatluse käigus tekkinud küsimusi ja arutleti nende üle.

Intervjuud viidi õpetajatega läbi 15 minutilises vahetunnis, mis jäid tunnivaatluste vahele.

Andmete analüüsimiseks kasutati kvalitatiivset sisuanalüüsi (Elo & Kyngäs, 2008). Andmeanalüüs koosneb mitmest järjestikust etapist. Esmalt tutvuti kvalitatiivse uurimuse meetodikat puudutava kirjandusega. Andmete analüüsi protsess algas intervjuude ja tunnivaatluste täieliku ümberkirjutamisega. Tunnivaatlused ja intervjuud loeti korduvalt läbi.

Tunnivaatlused kodeeriti (Graneheim & Lundman, 2004; Elo & Kyngäs, 2008). Järgmiseks grupeeriti koodid (Braun & Clarke, 2008; Graneheim & Lundman, 2004; Elo & Kyngäs, 2008). Gruppidest moodustati kategooriad (Elo & Kyngäs, 2008), mille abil tõlgendati tulemusi (Elo & Kyngäs, 2008). Saadud tulemuste abil vastati tunnivaatluseprotokolli analüüsi kolmandas osas toodud küsimustele.

Pärast intervjuude täieliku ümberkirjutamist ja tunnivaatluste analüüsi saadeti tulemused e-kirjaga õpetajatele, et nad kinnitaksid saadud andmeid või täiendaksid neid. Lisaks paluti õpetajatel vastata kirjas veel kahele küsimusele, mis olid tekkinud teadusartikleid lugedes. Esiteks küsiti, kas õpilased on tunni õppematerjale iseseisvalt koostanud ja neid klassis ka esitanud, ja teiseks, kas õpetajad on kasutanud võimalust, et õpilased annavad tagasisidet nutiseadmega nii, et tulemused kuvatakse interaktiivse tahvli või projektoriga. Mõlema küsimuse juures paluti õpetajatel enda vastust ka põhjendada või täpsustada. Mõlemad õpetajad kinnitasid saadud andmeid, lisades mõned kommentaarid ja täpsustused. Tulemused esitati peale õpetajate kinnituse saamist (Braun & Clarke, 2008).

## Tulemused

### *Õpetaja A*

Õpetaja A hinnangul olid läbiviidud tunnid igati tavalised. Õpetaja A interaktiivne tahvel võimaldab nii sõrme kui interaktiivsele tahvlile mõeldud pliiatsi puudutusi. Õpetaja A interaktiivse tahvli kasutamise eesmärk tundides oli enamasti kordamine ja õppimise toetamine. Interaktiivset tahvlit kasutati vaadeldud tundides ülesannete lahendamiseks, jooniste tegemiseks ja PDF-faili näitamiseks. Vaadeldud tundides kasutas õpetaja A programme SMART Notebook™, mis oli interaktiivse tahvliga kaasas, ja Adobe Reader. Õpetaja sõnul kasutab ta veel enda tundides programme GeoGebra, Microsoft Word, Microsoft Excel ja Microsoft PowerPoint.

Kaks vaadeldavat tundi olid 8. klassi tunnid. Tundide teema oli kolmnurga ja trapetsi kesklõik. Tundide eesmärk oli õpetaja A sõnul süvendada ja meenutada kesklõigu omadusi. Kordamiseks kasutas õpetaja A interaktiivset tahvlit tunni alguses. Selleks kasutati programmi SMART Notebook™. SMART Notebook™ programmiga tegi õpetaja A kiirelt korrektseid ja korrapäraseid kujundeid interaktiivsele tahvlile. Õpetaja A kasutas erinevaid värve (punane, must, sinine, roheline), et märkida olulisi kohti joonistel või tõsta esile arvutuse tehteid. Arvutused kirjutas ta tahvlile interaktiivsele tahvlile mõeldud pliiatsiga. Kordamise juures esitati tahvlile õpetaja A ja õpilaste arutelu käigus saadud lahendused ja ideed. Õpetaja A pani saadud materjali tahvlile kirja. Kõigi ülesannete lahendamiseks võttis õpetaja A uue lehe.

Õpetaja A sõnul hoiab ta alles terve päeva jooksul lahendatud ülesanded, et ta saaks õpilastele neid peale tunde konsultatsioonis näidata ja vajadusel uuesti selgitada, aga ta ei ole kunagi kasutanud võimalust neid salvestada ja õpilastega jagada.

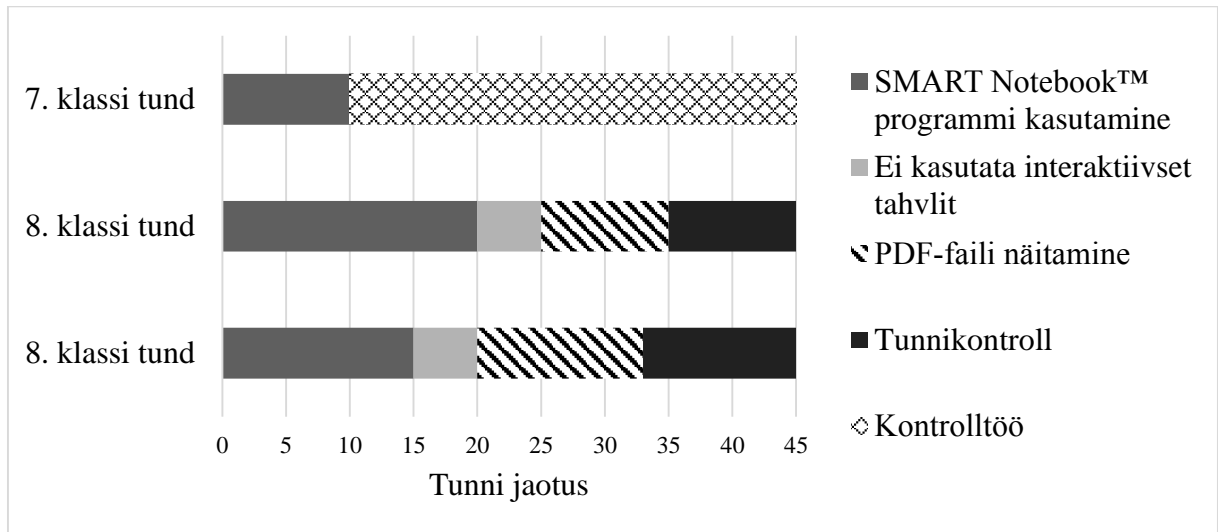
Tunnis lahendamiseks mõeldud ülesannete numbrid kirjutas õpetaja A kriiditahvlile. Õpetaja A kasutas enda tundides interaktiivset tahvlit ja kriiditahvlit paralleelselt. Seega õpetaja A arvates ei muutuks tunnis oluliselt midagi, kui interaktiivset tahvlit ei oleks, kuna projektor võimaldab failide näitamist ja kriiditahvlile saab ka jooniseid teha, lihtsalt oleks suurem ajakulu.

Adobe Readeriga kuvas õpetaja A interaktiivsele tahvlile PDF-faili, milles oli tunni ülesannete lahendused. Õppimise toetamine interaktiivse tahvliga toimus tundide keskel. Õppimise toetamise juures kasutatud PDF-fail oli õpetaja koostatud. PDF-failis olid esitatud joonised ja korrektsete lausetega ülesande lahenduse käik. Õpetaja A täiendas PDF-faili vajalike lisaarvutustega ja märkis joonisel värvidega olulisi kohti. Õpetaja A sõnul on interaktiivsele tahvlile ebamugav kirjutada, kuna interaktiivsele tahvlile ei ole võimalik kätt toetada, selle pärast on ka vahest käekiri halvasti loetav. Automaatset käekirja tuvastamist õpetaja A pigem ei kasuta, kuna see muudab tema arvates tahvli kasutamise aeglasemaks ja tahvel ei pruugi aru saada kõigist sõnadest ja tähtedest. Õpilastel, kes soovisid enda vastuseid kontrollida, oli võimalus käia iseseisvalt tahvli juures ja leida PDF-failist endale sobiv koht enda ülesande lahenduse vaatamiseks. Seda võimalust kasutas üks õpilane esimeses tunnis. Õpetaja A sõnul on kõigil õpilastel see võimalus, kui interaktiivsel tahvlil kuvatakse PDF-fail. Tundide lõpus tegid õpilased tunnikontrolli.

Kolmas vaadeldav tund oli 7. klassi tund, mille teema oli intress ja laen. Tunni eesmärk oli õpetaja sõnul intressi ja laenu mõiste kordamine ja töö. Tunni alguses kordamiseks ja õppimise toetamiseks kuvas õpetaja interaktiivsele tahvlile PDF-faili, milles oli koduste ülesannete lahendused. PDF-fail oli õpetaja koostatud. Õpetaja A ütles, et ta ei kasuta enda tundides internetist leitud materjale, kuna ta pole leidnud sobivaid, mida õpilastele näidata. PDF-failis lahenduste juures olid joonised, arvutused ja korrektsete lausetega lahenduskäik. PDF-faili paremaks nägemiseks suurendas õpetaja PDF-faili teksti. PDF-faili näitamise ajal kontrollisid õpilased enda koduste tööde vastuseid ja küsisid lisaküsimusi. Tunni lõpus tegid õpilased kontrolltöö.

Õpetaja A sõnul on õpilased vahel tunni jaoks õppematerjale teinud, enamasti Microsoft PowerPointi esitlusi ja GeoGebra faile. Õpetaja A sõnul ei ole ta kasutanud interaktiivset tahvlit õpilastelt tagasiside saamiseks, aga õpetaja on kasutanud teooria kordamiseks

tahvelarvutitega programmi Loquiz, mille edetabel kuvatakse interaktiivsele tahvlile. Joonisel 3 on toodud ülevaade õpetaja A poolt läbiviidud tundidest.



Joonis 3. Õpetaja A kolme tunni ülevaade.

### Õpetaja B

Õpetaja B hinnangul olid läbiviidud tunnid igati tavalised. Õpetaja B interaktiivne projektor võimaldab ainult projektorile mõeldud pliiatsi puudutusi. Õpetaja B interaktiivse projektori kasutamise eesmärk tundides oli enamasti uue teema tutvustamine, õpilaste aktiveerimine ja õppimise toetamine. Interaktiivset projektorit kasutati vaadeldud tundides slaidide näitamiseks, dokumendi näitamiseks ja programmi GeoGebra kasutamiseks. Vaadeldud tundides kasutas õpetaja B programme Microsoft PowerPoint, Microsoft Word ja GeoGebra.

Kaks vaadeldavat tundi olid 9. klassi tunnid. Tundide teema oli pöördkehad ja silinder ning tundide eesmärk oli õpetaja B sõnul tutvustada pöördkehasid ja õppida silindri elemente. Uue teema tutvustamiseks ja õpilaste aktiveerimiseks kasutas õpetaja B interaktiivset projektorit tunni alguses. Selleks kasutati programmi Microsoft PowerPoint. Tundide lõpus näitas õpetaja GeoGebra faili, millega toetati õppimist. Interaktiivse projektori kasutamiseks pidi õpetaja avama selleks vastava programmi, millega ilmub tahvli paremasse serva menüüriba ning sellel on interaktiivse projektori kasutamiseks mõeldud pliiatsi funktsioonid.

Microsoft PowerPointiga näitas õpetaja B õpilastele slaidiesitlust, mille õpetaja B oli internetist võtnud. Slaididel olid liikuvad ruumilised kujundid, kujundite põhivalemid ja seosed erinevate pöördkehade vahel. Slaididel oleva informatsiooni tõi õpetaja B samm-sammult nähtavale. Enne uue informatsiooni tahvlile kuvamist küsis õpetaja B klassilt ka küsimusi, mille üle õpilased arutlesid. Slaididega edasi minemiseks, piisas pliiatsi

puudutusest. Õpetaja B täiendas erinevate värvidega slaidil olevaid jooniseid. Õpetaja B joonistas ka slaidile vaba käega juurde erinevaid variante kujunditest ja näidetest. Juurde tehtud joonised ja valemid kustutas õpetaja B ühe vajutusega menüüribal oleva vastava ikooniga. Õpetaja B ja õpilased arutlesid slaidil oleva informatsiooni üle terve esitluse aja. Õpilased vastasid erinevatele teemakohastele küsimustele ja küsisid erinevaid küsimusi. Ühes tunnis tekkis arutluse käigus küsimus ühe silindri lõike tegemisel. Selleks tuli variandi pakkunud õpilane tahvli juurde ja tegi tema näidet selgitava joonise, milleks kasutas ta tavalist joonlauda.

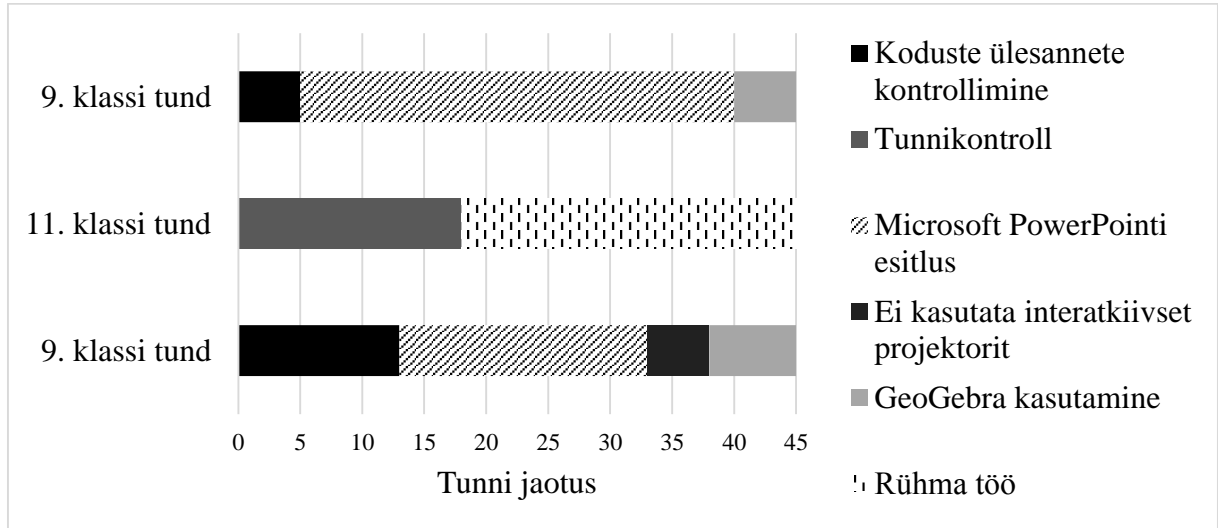
GeoGebra failis oli õpetajal tehtud silindri joonis ja silindri põhja joonis. Silinder oli kolmemõõtmeline (oli kasutatud GeoGebra 3D funktsiooni). GeoGebra võimaldas õpilastele näidata nii tasapinnalist kui ruumilist kujundit korraga. Antud joonise põhjal pidid õpilased endale vihikusse silindri joonise tegema. Õpilased täiendasid ühes tunnis joonist. Esimene õpilane lisas joonisele vajalikud tähistused. Teine õpilane käis tahvli juures ja joonistas silindri tavalise joonlauda abiga diagonaali. Teises tunnis selleni ei jõutud. Õpetaja B joonistas vaba käega tahvli silindri, et õpilased näeksid, kuidas seda joonistatakse. Selle joonise tegemiseks võttis ta uue lehe. Ühe klassiga jõudis õpetaja B arutada ka silindri pinnalaotuse üle, selleks tegi õpetaja B vaba käega silindri pinnalaotuse tahvli. Klassis arutleti, millised tähistused sellele tulevad.

Kolmas vaadeldud tund oli 11. klassi tund, mille teema oli tuletis. Tunni eesmärk oli õpetaja B sõnul tuletada meelde valemid ja neid ülesannetes rakendada. Tunni alguses näitas õpetaja Microsoft Wordi faili, milles olid esitatud tunnikontrolli küsimused. Õpetaja külmutas interaktiivse projektori pildi, et ise arvutis millegagi tegeleda. Tunnikontrollile järgnes rühmatöö, mille jooksul interaktiivset tahvli ei kasutatud.

Õpetaja kasutab internetis olevaid materjale enda tundides, kuna siis ta ei pea kulutama aega materjalide koostamisele ja alati on võimalus olemas olevaid materjale vajadusel täiendada. Õpetaja B hinnangul ei taha õpilased interaktiivset projektorit väga kasutada. Õpetaja B arvates võib põhjuseks olla see, et eksam on paberkandjal. Õpetaja B sõnul üldjuhul ta ei ole salvestanud tunnis tehtud asju, kuigi see võimalus on. Materjale salvestatakse siis, kui tunnis tehtav töö jääb pooleli ja jätkatakse sellega järgmises tunnis. Õpetaja ei ole pidanud vajalikuks salvestatud materjale õpilastega jagada.

Õpetaja B arvates ei muutuks tunnis väga midagi, kui interaktiivset projektorit ei oleks, kuna kõik materjalid on tal ka füüsiliselt olemas, ainult aega kulub tunni ette valmistamiseks rohkem. Õpetaja B sõnul on õpilased valmistanud ise tunni materjale, näiteks rühmatöö ülesannete lahendused ja selgitamine ning GeoGebra abil graafikute tegemine ja teisenduste

selgitamine. Tagasisidestamise võimalust ei ole õpetaja B kasutanud. Õpetaja B sõnul on interaktiivse projektori kuvatud pilt kaugelt vaadates udune, kuna projektor ei ole paigaldatud vastavalt nõuetele, aga see ei sega oluliselt õppetööd. Joonisel 4 on toodud ülevaade õpetaja B poolt läbiviidud tundidest.



Joonis 4. Õpetaja B kolme tunni ülevaade.

#### Arutelu

Õpetajad eelistasid kasutada interaktiivse tahvliga või projektoriga nende põhilisi funktsioone. Õpetajad kasutasid erinevaid värve, et märkida joonistel olulisi kohti või kirjutada joonistele juurde olulisi märkusi. Värve kasutatakse tihti illustreerimiseks ja selgitamiseks (Holmes, 2009) ja on leitud, et värvide kasutamine aitab õpilastel eristada olulist informatsiooni vähem olulisest (Beauchamp & Parkinson, 2005; Miller *et al.*, 2005; Slay *et al.*, 2008). Tunni sujuvamaks muutmiseks (Whyburn & Way, 2012) ei kulutanud õpetajad aega interaktiivsele seadmele kirjutatu kustutamiseks, vaid kasutasid võimalust võtta uus puhas leht. Ühe positiivse võimalusena on veel märgitud interaktiivse seadme pildi külmutamine (Whyburn & Way, 2012), mida vaadeldud tundides kasutati ühe korra.

Tulemuste põhjal võib öelda, et õpetajad kasutavad interaktiivse seadmega programme SMART Notebook™, GeoGebra, Microsoft PowerPoint, Microsoft Excel, Microsoft Word ja Adobe Reader. Nende programmide kasutamist tundides on märkinud ka erinevad uurimused (Hanč *et al.*, 2011; Lavicza & Papp-Varga, 2010; Winzenried *et al.*, 2010). Interaktiivne seade võimaldab näidata nii PowerPointi slaidi esitlust (De Vita *et al.*, 2014), mida õpetajad tihti kasutavad (Bruce *et al.*, 2011; Winzenried *et al.*, 2010), kui ka teiste failide kuvamist, näiteks Microsoft Word dokumendid, PDF-failid. Tulemustest on veel näha, et õpetajad eelistasid tunnis kasutada valmis materjale. Kasutatavad materjalid on tihti internetist leitud (Whyburn

& Way, 2012) või õpetaja enda koostatud. Ette valmistatud materjalid võimaldasid tunnis õpetajatel klassis ringi liikuda ja keskenduda õpilaste abistamisele (Holmes, 2009).

Õpetajad enamasti eelistavad teha tahvlile korrektseid ja puhtaid jooniseid. Selleks kasutasid õpetajad interaktiivsel seadmel programme SMART Notebook™ ja GeoGebra. Korrektsete jooniste esitamine, aitab õpilastel paremini ülesandest aru saada ja mõista, kuidas ülesannet lahendada (Smith *et al.*, 2005). Holmes (2009) on märkinud, et interaktiivsel seadmel informatsiooni peitmine ja nähtavale toomine on selle seadme üks olulistest funktsioonidest. Selleks, et õpilased saaksid keskenduda ühele olulisele aspektile korruga (Miller *et al.*, 2005), kuvas õpetaja materjali osade kaupa. Õppeprotsessi parandamiseks (Slay *et al.*, 2008) ja informatsiooni paremaks nägemiseks, on võimalik interaktiivsel seadmel teksti, pilte või kujutisi suurendada, mida kasutati ka vaadeldud tundides.

Õpetajad pigem ei salvesta tunnis tehtud tööd, kuigi see võimalus on olemas (Whyburn & Way, 2012). Tunnis tehtud tööd salvestatakse siis, kui midagi jääb pooleli ja sellega soovitakse jätkata järgmises tunnis (Mercer *et al.*, 2010). Kuna enamasti tunnis tehtavat tööd ei salvestata, siis ei jagata ka tunnis tehtud materjale õpilastega ega teiste õpetajatega. Miller ja teised (2005) leidsid, et interaktiivse tahvli peale kirjutamine võib alguses olla keeruline. Seda, et interaktiivse tahvli peale kirjutamine on keeruline, väitis ka üks õpetaja. Olenemata sellest, õpetaja ei kasutanud automaatset käekirja tuvastuse võimalust, kuna tema arvates aeglustab see seadme tööd.

Interaktiivne seade mängib olulist rolli õppematerjali näitlikustamisel (de Koster *et al.*, 2011). Materjali illustreerimiseks või demonstreerimiseks (Whyburn & Way, 2012) võimaldab interaktiivne tahvel näidata animatsiooni (Bruce *et al.*, 2011; De Vita *et al.*, 2014; Smith *et al.*, 2005; Torff & Tirota, 2010), mis on samuti antud seadme üks olulistest võimlustest (Holmes, 2009). Vaadeldud tundides kasutati animatsiooni uue teema tutvustamisel visualiseerides kujundite teket. Animatsiooni kasutati selleks, et õpilased saaksid paremini aru (Miller *et al.*, 2005), millega on tegemist (Bruce *et al.*, 2011). Õpilased on väitnud, et nad saavad paremini aru, kui nad näevad, mitte ainult ei kuule (Whyburn & Way, 2012).

Matemaatikatunnid on ühed populaarsemad tunnid, kus interaktiivset tahvlit kasutatakse (Gregory, 2010), siis Winzenried ja teised (2010) on välja toonud, et seetõttu leidub internetis erinevaid materjale matemaatika õpetamiseks, kasutades interaktiivset tahvlit. Uurimuse käigus otsiti erinevatest allikatest (GeoGebra, 2015b; Promethean Planet, 2015b; SMART Technologies, 2015b; Telda OÜ, 2015f) tundides käsitletud teemade kohta lisamaterjale. Otsingu eesmärk oli leida, lisaks nendele materjalidele, mida tundides kasutati, materjale,

milles kasutatakse interaktiivse tahvli funktsioone otstarbekamalt. Otsingu käigus, antud teemade kohta ei leitud valmis tunni materjale, mis oleks mõeldud interaktiivsel tahvli kasutamiseks. Erinevaid GeoGebra faile, mis võimaldasid liigutamist ja andmete muutmist, antud teemade kohta leidis.

Seda, kuivõrd muudab interaktiivse seadme kasutamine tunni õpetajakeskseks, õpilasekeskseks või õpetaja ja õpilase vaheliseks dialoogiks, saab jälgida kahe aspekti põhjal (de Koster *et al.*, 2013). Esiteks tuleb jälgida, kes kasutab interaktiivset vahendit, ja teiseks, kelle koostatud materjal kuvatakse antud seadmega. Saadud tulemuste põhjal võib öelda, et läbiviidud tunnid olid enamasti õpetajakesksed, kuna põhiliselt kasutas interaktiivset tahvlit või projektorit tundides õpetajad. Seda on leidnud enda töödes ka teised autorid (de Koster *et al.*, 2013; Whyburn & Way, 2012). Interaktiivse tahvliga või projektoriga kuvatav materjal oli põhiliselt õpetaja koostatud või õpetaja öeldud. Vaatluse käigus saadud informatsiooni põhjal oli õpilastel harva võimalus interaktiivset tahvlit või projektorit kasutada, mida on oma töös leidnud ka Whyburn ja Way (2012).

Tulemuste põhjal võib väita, et mõnedel juhtudel interaktiivne tahvel muutis tunni õpetaja ja õpilase vaheliseks dialoogiks, kui õpilased vastasid õpetaja küsimustele ja õpetaja pani saadud materjali tahvlile kirja. Selline tegevus aitab klassidialoogi arendamisel kaasa (Mercer *et al.*, 2010). Õpetajate sõnul on õpilased tunni materjale koostanud ja neid klassi ees esitlenud, mis viitab sellele, et kõik tunnid ei ole õpetajakesksed, vaid on ka tunde, mis on õpilastekesksed.

Tihti kasutati tundides interaktiivset tahvlit või projektorit samamoodi nagu tavalist projektorit ja tahvlit. Sellist interaktiivse vahendi kasutamist on leitud ka erinevates uurimustes (Bruce *et al.*, 2011; Miller *et al.*, 2005; Slay *et al.* 2008). Põhjusteks võib olla, et õpetajad ei ole interaktiivse vahendi võimalustest teadlikud või neil ei ole aega interaktiivse tahvliga materjale koostada (Slay *et al.*, 2008). Tulemuste põhjal võib öelda, et interaktiivset seadet kasutati õppematerjali toetamiseks (de Koster *et al.*, 2011). Käesoleva uurimuse tulemusi ei saa üldistada, küll aga saab öelda, et õpetajad kasutavad interaktiivse tahvli või projektori erinevaid funktsioone ja võimalusi matemaatikatundides. Arutelus käsitleti kõiki kirjanduses välja toodud aspekte interaktiivse tahvli kasutamise kohta.

#### *Töö kitsaskohad ja praktiline väärtus*

Bakalaureusetöö koostamise käigus mõisteti, et kvalitatiivse uurimuse tegemine ning andmete analüüsimine on oluliselt ajamahukam ja keerukam, kui algselt arvati. Sellest tulenevalt saab käesolevas töös välja tuua kitsaskohti. Kitsaskohana saab välja tuua

kogenematusel tunnivaatlusel ja intervjuerimisel. Töö kitsaskohana saab välja tuua ka valimi suuruse. Väikese valimi põhjal ei saa tulemusi üldistada. Õpetajate vähene osalemine võib olla tingitud sellest, et tunnivaatlused olid määratud ajavahemikuga ja antud ajavahemikus ei olnud sobivaid teemasid, mida interaktiivse tahvliga kasutada.

Valiidsuse suurendamiseks oleks võinud kaasata tunnivaatlusesse teise vaatleja (Creswell & Miller, 2010). Tunde oleks võinud filmida, aga kuna tunde taheti vaadelda loomulikus keskkonnas, siis arvati, et filmimine võib muuta tunni ebaloomulikuks. Intervjuusid oleks võinud salvestada, aga seda ei tehtud, et tagada uuritava ja uurija vahel vabam õhkkond. Uurimistulemusi võis mõjutada ka ühe valimis olnud õpetaja lühiajaline interaktiivse seadme kasutamine.

On mõistetav, et uurimuse tulemused ei ole üldistatavad ning annavad ülevaate vaid uurimuses osalenud õpetajate interaktiivse tahvli või projektori kasutamisest. Antud töö võib olla kasuks nii tulevastele matemaatikaõpetajatele kui ka töötavatele matemaatikaõpetajatele. Kuigi tegu on väikesemahulise kvalitatiivuurimusega, pakuvad selle tulemused mõtteainet, milliseid interaktiivse tahvli võimalusi enda tundides kasutada ja kuidas neid kasutada, milliseid programme on võimalik interaktiivse tahvliga kasutada ja kuidas. Töös sisalduv informatsioon on abiks järgnevate interaktiivse tahvliga seotud teemade uurimisel. Uurija jaoks on töö praktiline väärtus kogemuse saamine kvalitatiivse uurimuse tegemisel. Uurimisprotsessi käigus õppis uurija andmeid koguma tunnivaatluse ja poolstruktureeritud intervjuu abil, kvalitatiivse sisuanalüüsi tegemist ja tulemuste esitamist.

### Kokkuvõte

Interaktiivne tahvel on infotehnoloogiline vahend, millel on palju võimalusi. Interaktiivse tahvli olemasolu klassis ei taga veel iseenesest selle sihipärast kasutamist. Võimalik, et seda ei kasutata üldse või ei kasutata ära interaktiivse tahvli võimalusi. Seega tõstatub küsimus, kuidas rakendada interaktiivset tahvlit matemaatikatunnis. Käesoleva uurimuse eesmärkideks oli välja selgitada, milliseid interaktiivse tahvli funktsioone matemaatikatunnis kasutatakse, milliseid programme kasutatakse matemaatikatunnis interaktiivse tahvliga ja kuidas neid kasutatakse ning kirjeldada, kuidas muudab interaktiivse tahvli kasutamine tunni õpetajakeskseks, õpilaseskseks või õpetaja ja õpilase vaheliseks dialogiks.

Töö teoreetilises osas kirjeldati varasemaid uurimusi, milles on käsitletud interaktiivse tahvli funktsioone, erinevaid programme, mida on võimalik interaktiivse tahvliga kasutada, ja interaktiivse tahvli mõju klassiruumile. Bakalaureusetöö tehti kvalitatiivse uurimusena, uurimuse empiirilises osas vaadeldi kahe õpetaja kolme erinevat matemaatikatundi ja

intervjueeriti neid õpetajaid. Andmeid koguti vaatlusprotokolli põhjal ja poolstruktureeritud intervjuude kaudu. Andmete analüüsimiseks kasutati kvalitatiivset sisuanalüüsi.

Uurimise tulemused näitasid, et õpetajad eelistasid kasutada interaktiivse tahvliga või projektoriga nende põhilisi funktsioone. Vaadeldud tundides kasutatud põhilisteks funktsioonideks olid erinevate värvide kasutamine, pildi külmutamine ja suurendamine, informatsiooni peitmine ning uue lehe kasutamine. Interaktiivset seadet kasutati ka animatsiooni näitamiseks, et illustreerida materjali. Tulemuste põhjal kasutati interaktiivse seadme võimalusi õppematerjali toetamiseks. Tulemuste põhjal võib öelda, et õpetajad kasutavad interaktiivse seadmega programme SMART Notebook™, GeoGebra, Microsoft PowerPoint, Microsoft Excel, Microsoft Word ja Adobe Reader. Õpetajad eelistasid kasutada eelnevalt valmis tehtud materjale. Tundides kasutatud materjalid olid põhiliselt õpetajate enda koostatud, osad failid olid leitud ka internetist.

Uurimise tulemustest võib järeldada, et vaadeldud tundides muutis interaktiivne tahvel tunni pigem õpetajakeskseks, kuna interaktiivset seadet kasutas enamasti õpetaja ning tahvlile kuvatud materjal oli õpetaja koostatud või öeldud. Mõnedel juhtudel interaktiivne seade muutis tunni õpetaja ja õpilase vaheliseks dialoogiks, kui õpilased vastasid õpetaja küsimustele ja õpetaja pani saadud materjali tahvlile kirja. Intervjuude põhjal võib ka väita, et osad tunnid on õpilasekessemad, näiteks siis, kui õpilased tunni materjale koostavad ja neid klassis esitlevad. Uurimus tulemustest selgus, et tihti kasutatakse interaktiivset tahvlit või projektorit tundides samamoodi nagu tavalist projektorit ja tahvlit.

### Summary

The use of an interactive whiteboard in mathematics class on the examples of classes

The interactive whiteboard is a technological device with many uses. The existence of an interactive whiteboard in the classroom, however, does not ensure its proper use on its own. It is possible that it is not used at all or that not all the possibilities it provides are used. This raises the question of how to use the interactive whiteboard in mathematics class. The goal of the thesis in hand was to find out what functions of the interactive whiteboards are used in mathematics class; what programmes are used in mathematics class with the interactive whiteboard and how to use them; and to describe how the use of an interactive whiteboard makes the class more teacher-centred, pupil-centred or into a dialogue between the teacher and pupil.

In the theoretical section of the thesis, previous studies that have handled the functions of an interactive whiteboard, the different programmes that can be used with the interactive whiteboard and the effect of an interactive whiteboard on a class room are described. This BA thesis was done as qualitative research: in the thesis's empirical section, three different mathematics classes of two different teachers were observed and the teachers were interviewed. The data was collected on the basis of the observing protocol and half-structured interviews. Quantitative contents analysis was used to analyse the data.

The results of the thesis showed that teachers preferred to use the main functions when using the interactive whiteboard or projector. In the observed classes, the mainly used functions were the use of different colours, freezing the image and enlarging, hiding information, and the use of a new page. The interactive device was also used to show animations to illustrate the material. On the basis of the results, the interactive whiteboard's capabilities were used to support the study material. On the basis on the results, we can say that teachers use programmes like SMART Notebook™, GeoGebra, Microsoft PowerPoint, Microsoft Excel, Microsoft Word and Adobe Reader on the interactive device. The teachers preferred to use pre-existing materials. The materials used in classes were mainly put together by the teachers themselves; some files were found on the Internet.

It can assumed from the results of the study that in the observed classes the interactive whiteboard turned the classes more teacher-centred, since the teacher mainly used the interactive device and the material appearing on the whiteboard was put together or said by the teacher. In some cases, the interactive device changed the class into a dialogue between the teacher and pupil if the pupils answered the teacher's questions and the teacher wrote down the received information on the whiteboard. On the basis of the interviews, it can be said that some classes are more pupil-centred, if for example the pupils put together the materials for a class and present them in class. The study's results show that the interactive whiteboard or projector is often used the same was as a normal projector and tablet are.

Keywords: interactive whiteboard, mathematics class

#### Tänuõnad

Täna neid kahte meeldivat ja koostöövalmis õpetajat, kes panustasid minu uurimistöösse oma väärtuslikku aega, kogemusi ja mõtteid. Täna veel innovatsioonikoolide koordinaatorit Hedi-Liis Toome, kes saatis minu kirja innovatsioonikoolidele ja innovatsioonisõpradele.

Autorsuse kinnitus

*Kinnitan, et olen koostanud ise käesoleva lõputöö ning toonud korrekselt välja teiste autorite ja toetajate panuse. Töö on koostatud lähtudes Tartu Ülikooli haridusteaduste instituudi lõputöö nõuetest ning on kooskõlas heade akadeemiliste tavadega.*

*(allkiri ja kuupäev)*

Kasutatud kirjandus

- AS Datel (2015a). *Interaktiivsed tahvlid*. Külastatud aadressil <http://www.datel.ee/esitlustehnika/interaktiivne-kool/interaktiivsed-tahvlid>.
- AS Datel (2015b). *Elektroonilise tagasiside lahendused*. Külastatud aadressil <http://www.datel.ee/esitlustehnika/interaktiivne-kool/elektroonilise-tagasiside-lahendused>.
- AS Datel (2015c). *Õpitarkvara interaktiivseks tööks*. Külastatud aadressil <http://www.datel.ee/esitlustehnika/interaktiivne-kool/opitarkvara>.
- Beauchamp, G., & Parkinson, J. (2005). Beyond the 'wow' factor: developing interactivity with the interactive whiteboard. *School Science Review*, 86(316), 97–104.
- Braun, V., & Clarke, V. (2008). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Bruce, C. D., McPherson, R., Sabeti, F. M., & Flynn, T. (2011). Revealing significant learning moments with interactive whiteboards in mathematics. *J. Educational Computing Research*, 45(4), 433–454.
- Cleverproducts (2015). *Cleverboard*. Külastatud aadressil <http://www.cleverproducts.com/cleverboard>.
- Creswell, J. W., & Miller, D. L. (2010). Determining Validity in Qualitative Inquiry. *Theory Into Practice*, 39(3), 124–130.
- de Koster, S., Volman, M., & Kuiper, E. (2011). Concept-guided development of ICT use in 'traditional' and 'innovative' primary schools: what types of ICT use do schools develop? *Journal of Computer Assisted Learning*, 28, 454–464.
- de Koster, S., Volman, M., & Kuiper, E. (2013). Interactivity with the interactive whiteboard in traditional and innovative primary schools: An exploratory study. *Australasian Journal of Educational Tehcnology*, 29(4), 480–495.
- De Vita, M., Verschaffel, L., & Elen, J. (2014). Interactive Whiteboards in Mathematics Teaching: A Literature Review. *Hindawi Publishings Corporation*, 1–16. Külastatud aadressil: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/401315>.
- Elo, S., & Kyngäs, H. (2007). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 61(1), 107–115.
- GeoGebra (2015a). *What is GeoGebra?* Külastatud aadressil <https://www.geogebra.org/about>.
- GeoGebra (2015b). *Materjalid*. Külastatud aadressil <http://tube.geogebra.org/>.
- Graneheim, U. H., & Lundman, B. (2004). Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse Education Today*, 24, 105–112.

- Gregory, S. (2010). Enhancing Student Learning with Interactive Whiteboards: Perspective of Teachers and Students. *Australian Educational Computing*, 25(2), 31–34.
- Hanč, J., Lukáč, S., Sekerák, J., & Šveda, D. (2011). Geogebra - a complex digital tool for highly effective math and science teaching. *Emerging eLearning Technologies and Applications, 9th International Conference on*, 131–136.
- Heemskerk, I., Kuipert, E., & Meijer, J. (2014). Interactive whiteboard and virtual learning environment combined: effects on mathematics education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30, 465–478.
- Holmes, K. (2009). Planning to teach with digital tools: Introducing the interactive whiteboard to pre-service secondary mathematics teachers. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(3), 351–365.
- Lavicza, Z., & Papp-Varga, Z. (2010). Integrating GeoGebra into IWB-equipped teaching environments: preliminary results. *Technology, Pedagogy and Education*, 19(2), 245–252.
- Mercer, N., Hennessy, S., & Warwick, P. (2010). Using interactive whiteboards to orchestrate classroom dialogue. *Technology, Pedagogy and Education*, 19(2), 195–209.
- Miller, D., Glover, D., & Averis, D. (2005). *Developing pedagogic skills for the use of the interactive whiteboard in mathematics*. Kõlastatud aadressil: <http://www.keele.ac.uk/media/BERA%20Paper%20Sep%202005.pdf>.
- Miller, D., & Glover, D. (2007). Into the unknown: the professional development induction experience of secondary mathematics teachers using interactive whiteboard technology. *Learning, Media and Technology*, 32(3), 319–331.
- Optoma (2015a). *Projectors*. Kõlastatud aadressil <http://www.optomaeurope.com/allprojectors>.
- Optoma (2015b). *W307USTi Gallery*. Kõlastatud aadressil <http://www.optomaeurope.com/uploads/productimages/LargeThumbs/W307USTi-lg.jpg>.
- Promethean Planet (2015a). *ActivInspire*. Kõlastatud aadressil <http://support.prometheanplanet.com/server.php?show=nav.29751&changeCountry=United+Kingdom>.
- Promethean Planet (2015b). *Resources*. Kõlastatud aadressil <http://www.prometheanplanet.com/en-us/resources/>.
- Qomo (2015). *Interactive whiteboards*. Kõlastatud aadressil <http://qomo.com/ProductList.aspx?CategoryID=5>.
- Serow, P., & Callingham R. (2011). Levels of use of Interactive Whiteboard technology in the primary mathematics classroom. *Technology, Pedagogy and Education*, 20(2), 161–173.

- Slay, H., Siebörger, I., & Hodgkinson-Williams, C. (2008). Interactive whiteboards: Real beauty or just „lipstick“? *Computers & Education*, *51*, 1321–1341.
- SMART Technologies (2015a). *SMART Notebook™*. Külastatud aadressil <http://education.smarttech.com/en/products/notebook>.
- SMART Technologies (2015b). *SMART Exchange*. Külastatud aadressil <http://exchange.smarttech.com/#tab=0>.
- Smith, H. J., Higgins, S., Wall, K., & Miller, J. (2005). Interactive Whiteboards: boon or bandwagon? A critical review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, *21*(2), 91–101.
- Steelcase (2015). *eno*. Külastatud aadressil <http://www.steelcase.com/products/interactive-whiteboards/eno/>.
- Tartu Ülikooli Pedagogicum (2015). *Innovatsioonikoolid*. Külastatud aadressil <http://www.pedagogicum.ut.ee/et/innovatsioonikoolid>.
- Telda OÜ (2010a). *SMART Notebook™ Math Tools*. Külastatud aadressil [http://www.telda.ee/SMART/Education/Software/Notebook-Math/notebook\\_math\\_fact\\_sheet\\_edu.pdf](http://www.telda.ee/SMART/Education/Software/Notebook-Math/notebook_math_fact_sheet_edu.pdf).
- Telda OÜ (2010b). *SMART Notebook Express™*. Külastatud aadressil [http://www.telda.ee/SMART/Education/Software/Notebook™-Express/Notebook™\\_express\\_fact\\_sheet\\_edu.pdf](http://www.telda.ee/SMART/Education/Software/Notebook™-Express/Notebook™_express_fact_sheet_edu.pdf).
- Telda OÜ (2012). *SMART Response™ Interactive Response Systems*. Külastatud aadressil [http://www.telda.ee/SMART/Education/Response/response\\_family.pdf](http://www.telda.ee/SMART/Education/Response/response_family.pdf).
- Telda OÜ (2013). *SMART Notebook™ 11 collaborative learning software: Full features list*. Külastatud aadressil <http://www.telda.ee/SMART/Education/Software/Notebook/notebookfullfeaturelist.pdf>.
- Telda OÜ (2015a). Tooted haridusele. Külastatud aadressil <http://www.telda.ee/Tooted-haridusele/>.
- Telda OÜ (2015b). *SMART üldhariduse lahendused*. Külastatud aadressil <http://www.telda.ee/SMART-uldhariduse-lahendused/>.
- Telda OÜ (2015c). *3D vahendid SMART Notebook™ tarkvarale*. Külastatud aadressil <http://www.telda.ee/3D-vahendid-SMART-Notebook-tarkvarale/>.
- Telda OÜ (2015d). *Tehtud tööd haridusasutustes*. Külastatud aadressil [http://www.telda.ee/referents\\_haridusasutused/](http://www.telda.ee/referents_haridusasutused/).

- Telda OÜ (2015e). *SMART Board 600i interaktiivse tahvli süsteem*. Külastatud aadressil [http://www.telda.ee/files/pildid/tooted/interaktiivsedtahvlid/600i/prd\\_600i4\\_pre\\_facingRight.jpg](http://www.telda.ee/files/pildid/tooted/interaktiivsedtahvlid/600i/prd_600i4_pre_facingRight.jpg).
- Telda OÜ (2015f). *Telda haridusportaal*. Külastatud aadressil <http://edu.telda.ee/>.
- Torff, B., & Tirotta, R. (2010). Interactive whiteboards produce small gains in elementary students' self-reported motivation in mathematics. *Computers & Education*, 54, 379–383.
- Tämmo, A.-L. (2007). *Interaktiivsete valgete tahvlite süsteem*. Publitseerimata seminaritöö. Tallinna Ülikool.
- Vaidre, E. (2014). *8. ja 9. klasside õpilaste suhtumine interaktiivse tahvli kasutamisse loodus- ja reaalainete tundides tartu ja võru koolide näitel*. Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikool.
- Voolaid, H., & Pajus, K. (2013). *Õppetunni läbiviimise meetoodika ja õppetunni analüüs*. Külastatud aadressil [www.hm.ee/index.php?popup=download&id=12341](http://www.hm.ee/index.php?popup=download&id=12341).
- Voode, K. (2012). *Juhtumiuuring interaktiivse tahvli kasutamisest klassiõpetajate poolt ainetundides*. Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikool.
- Whyburn, L., & Way, J. (2012). Student perceptions of the influence of IWBs on their learning in mathematics. *Australian Educational Computing*, 27(1), 23–27.
- Winzenried, A., Dalgarno, B., & Tinkler, J. (2010). The interactive whiteboard: A transitional technology supporting diverse teaching practices. *Australasian Journal of Educational Technology*, 26(4), 534–549.
- Wolmer, A., & Khazanov, L. (2011). Integrating External Software into SMART Board™ Calculus Lessons. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 2, 66–72.
- Yang, K.-T., Wang, T.-H., & Kao, Y.-C. (2012). How an interactive whiteboard impacts a traditional classroom. *Education As Change*, 16(2), 313–328.

Lisa 1. Tunnivaatlusprotokoll

**1. Üldine informatsioon**

Kool:

Klass ja õpilaste arv (*poisse, tüdrukuid*):

Aine: Matemaatika

Aeg (*kuupäev*):

Tunni teema:

Tunni eesmärgid (*küsida õpetajalt enne või peale tundi ja panna kirja täpselt sellises sõnastuses, nagu õpetaja need ütleb*):

Millist tüüpi interaktiivset tahvlit/projektorit tunnis kasutati (*firma, mudel*):

**2. Protokoll** (*pange märksõnadena kirja õpilaste ja õpetaja tegevus ja kasutatud meetodid hinnanguid andmata. Vaatleja märkmete lahtrisse lisage mõtted, mis teil vaatluse käigus tekkisid*)

Aeg minutites	Õpetaja tegevus	Õpilaste tegevus	Vaatleja märkmed

### **3. Analüüs**

Kes ja millal interaktiivset tahvlit/projektorit kasutas ja kui kaua (*õpetaja, õpilane, tunni algus, lõpp, keskel*):

Millisel eesmärgil kasutati interaktiivset tahvlit/projektorit (*õpilaste aktiveerimiseks, kordamiseks, õppimise toetamiseks, uue teema tutvustamiseks*):

Mille jaoks interaktiivset tahvlit/projektorit kasutati (*slaidide näitamine, ülesannete lahendamine, programmide kasutamine, internet, näited elust, multimeedia kasutamine,* ):

Milliseid programme kasutati interaktiivse tahvliga/projektoriga (*nimetus, kirjeldus*):

Kuidas programme kasutati (*milleks?*):

Milline materjal kuvatakse tahvlil (*õpetaja koostatud, õpilase koostatud, õpetaja kirjutatud õpilase öeldud, õpilase kirjutatud*):

Ülejäänud oluline, mis seondub interaktiivse tahvliga/projektoriga tunnis (*tähelepanekud*):

## Lisa 2. Intervjuu kava

- Kui kaua olete seda kasutanud?
- Kas interaktiivse tahvli/projektoriga oli kaasas tootja poolne programm?
  - Mis programm ja kas te kasutate seda?
- Kas tunnid, mis te läbi viisite olid tavalised?
- Milliseid programme te interaktiivse tahvli/projektoriga kasutate või olete kasutanud?
- Miks teie kasutate interaktiivset tahvlit/projektorit?
- Kas te kasutate oma tunnis materjale, mis on saadaval internetis?
- Kas te salvestate tunnis tehtud tööd (failid)?
- Kas te jagate tunnis näidatud ja salvestatud faile õpilastega?
- Mis saaks siis, kui interaktiivne tahvel/projektor ei töötaks?
- Milliseid probleeme on ette tulnud tehnikaga?

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

Mina Merlin Joa

*(autori nimi)*

(sünnikuupäev: 10.09.1993)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose  
Interaktiivse tahvli kasutamine matemaatikatunnis tundide näidetel,  
*(lõputöö pealkiri)*

mille juhendaja on Eno Tõnisson (MSc),  
*(juhendaja nimi)*

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

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

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

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

Tartus, 18.05.2015 *(kuupäev)*