

Tallinna Ülikool

Digitehnoloogiate Instituut

Projektipõhine õpe: lineaarvõrrandite õpimängu
kontseptuaalne kavandamine Eidapere Kooli
7. klassi näitel

Magistritöö

Autor: Gätlin Juhken

Juhendaja: Martin Sillaots, PhD

Autor: “...” 2017

Juhendaja: “...” 2017

Instituudi direktor: “...” 2017

Tallinn 2017

Autorideklaratsioon

Deklareerin, et käesolev magistritöö on minu töö tulemus ja seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

.....

(kuupäev)

.....

(autor)

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Gätlin Juhken (sünnikuupäev: 21.06.1988),

1. annan Tallinna Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud magistritöö „Projektipõhine õpe: lineaarõrrandite õpimängu kontseptuaalne kavandamine Eidapere Kooli 7. klassi näitel“, mille juhendaja on Martin Sillaots, säilitamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Ülikooli Akadeemilise Raamatukogu repositooriumis;
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.

Tallinnas, /(digi)allkiri ja kuupäev/

Sisukord

Sissejuhatus	4
1. Teoreetiline taust	7
1.1. Projektiõpe	7
1.2. Lineaarvõrrand	8
1.3. Õppemängud	8
1.4. Õppemängude disainimine	11
1.5. Lineaarvõrrandite õppemängud	12
1.5. Õpilane kui disainer	18
1.6. Varasemad uuringud	19
2. Uurimistöö metoodika	22
2.1. Uuringu strateegia ja andmete kogumine	22
2.3. Valimi kirjeldus	23
2.4. Uuringu etapid	23
3. Tulemused	27
3.1 Hea mängu elemendid	27
3.2. Tundide analüüs	32
3.3. Rühmatööde tulemused	35
3.4. Tagasiside analüüs	39
Kokkuvõte	46
Kasutatud kirjandus	49
Lisad	54

Sissejuhatus

Matemaatika ainet peetakse koolis üheks keerulisemaks. On üldiselt teada, et ainega edukalt hakkama saamist mõjutavad mitmed tegurid, eelkõige peab õpilasel olema motivatsioon ja positiivne meelestatus. Selle paikapidavust Eesti õpilaste hulgas kinnitas oma uurimusega Vendik (2015), kes uuris Eesti õpilaste sisemist ja välist õpimotivatsiooni matemaatikas ning üleüldist matemaatika aine meeldivust. Tema töö tulemustest selgus, et vähem kui pooled vastanud õpilastest leidsid, et matemaatika on kerge aine ning nad tunnevad selle vastu huvi. Samas tões umbes 7 õpilast kümnest, et pärast keerulise ülesande lahendamist tunnevad nad end hästi. Sisemine motivatsioon matemaatika õppimisel on III kooliastmes madalam võrreldes II kooliastmega (Pässa 2013).

Kislenko (2015). kes otsis vastust küsimusele, mis muudab matemaatika õppimise Eesti õpilaste jaoks meeldivaks kogemuseks, Tema uuringust tuli välja, et matemaatika meeldib nendele õpilastele, kes tunnevad, et nad saavad sellega hakkama. Mittemeeldivuse ühe põhjusena toodi välja liigne rutiinsete arvutusülesannete lahendamine. Lisaks vastasid õpilased, et matemaatika meeldimine oleneb ka konkreetsest käsitletavast temast. Oma järeldustes leidis ta, et õpilastele tuleb anda jõukohaseid ülesandeid, mis pakuksid eduelamusi ja mille tulemusel suureneks aine meeldivus. Aine meeldimisel ollakse rohkem õppimisele avatud ning seetõttu võivad ka õpitulemused paraneda.

Seega võib järeldada, et õpetajad peaksid keskenduma õpilaste motivatsiooni ja positiivsele suhtumise suurendamisele, et paremini toetada nende õpielamust. On leitud, et huvi ja motivatsiooni tõstmisel on üheks võimaluseks õppemängude kasutamine (Burguillo, 2010; Ebner & Holzinger, 2007; Harris & Reid, 2005). Tehnoloogia kiire arengu tõttu kasutatakse järjest rohkem arvuti- ja nutiseadmete põhiseid mängu.

Arvutimängude mõju õppeedukusele on uuritud juba paarkümmend aastat, kuid siiani ei ole ühtsele seisukohale jõutud. Ke (2009) analüüsis 89 arvutimängude ja õppimisega seotud uuringut, millest 65 keskendusid arvutipõhiste õppemängude

mõjule õpitulemustele. Nendest 34 uuringut leidis, et mängudel oli tugev positiivne efekt, 17 tulemusel oli positiivne mõju vaid mõningatele õpitulemustele, 12 uuringu kohaselt ei leitud mingit erinevust võrreldes tavapärase õpetamismeetoditega ning üks uuring leidis, et tavapärased õpetamismeetodid on efektiivsemad kui arvutimängude kasutamine. Kuigi mõju õpitulemustele on vaieldav, ollakse üldiselt nõus, et õppemängude kasutamine muudab õppimise huvitavamaks, tõstab motivatsiooni ja suurendab positiivset suhtumist ainesse.

Teistsuguse lähenemisena võib aga õpilastel endil lasta õppemänge luua, mis annab õpilasele võimaluse teemat veelgi paremini omandada ja motivatsiooni tõsta nagu on oma uuringus leidnud Vos, Meijden ja Denessen (2010). Seda mõtet toetavad ka teised autorid (Prensky, 2008; Sillaots & Maadvere, 2013; Kafai, 2006). Mängu loomise protsessi juures ei ole oluline valminud mäng, vaid pigem protsess, mis tähendab, et alati ei pea tulemuseks olema reaalne mäng. Uuritakse, kuidas muutuvad õpilase teadmised antud teemal, motivatsioon, sotsiaalsed oskused jne.

Antud magistritöö raames viidi läbi projektiõpe Eidapere Kooli 7. klassiga, kus õpilaste ülesandeks oli rühmatöona luua õppemängu kontseptsioon, mis oleks seotud lineaarvõrrandite lahendamisega. Lineaarvõrrandite lahendamine on üks teemasid õppekavas, mis on paljudele õpilastele raske (Issakova, 2007). Valimi ja teema valiku põhjendus on pikemalt kirjeldatud töö teises osas, alampeatükis 2.2.

Läbiviidava projektiõppe aluseks on võetud iTEC projekti raames loodud õpilugu "Mängu loomine" (2012), mida on vastavalt vajadusele mugandatud sobivamaks.

Õpilaste poolt mängude disainimine (käesolevas magistritöös kontseptsiooni tasandini) toetab põhikooli riiklikku õppekava (2014) ja Eesti Elukestva Õppe Strateegia 2020 (2014), mille järgi õpilane peab aktiivselt õppes osalema, ise materjali ja uusi teadmisi looma, olema ettevõtlik ja koostöövõimeline.

Magistritöö eesmärgiks on:

- kavandada ja viia läbi projektiõpe, mille tulemusena valmivad eestikeelsete õppemängude kontseptsioonid
- hinnata projektiõppe mõju õpilaste motivatsioonile ja suhtumisele matemaatika ainesse

Eesmärkidest lähtuvalt on uurimisküsimusteks:

- millised on õpilaste arvates atraktiivsed õppemängud?
- kuidas hindavad õpilased olemasolevaid lineaarvõrrandite lahendamiseiga seotud õppemänge?
- milliseid õppemänge õpilased ise disainiksid?
- millised on õpilaste hinnangud läbiviidud projektiõppele?
- kas ise mängu disainimine (ka kontseptuaalsel tasemel) mõjub positiivselt õpilaste motivatsioonile?

Töö esimeses osas antakse teoreetiline ülevaade projektipõhisest õppest, lineaarvõrrandidest, õppemängudest ja nende kasutamise mõjudest, tuuakse välja probleemid seoses õppemängude loomisega ning uuritakse, kuidas mõjutab ise õppemängude loomine õpilasi.

Töö teises osas antakse ülevaade uurimise metoodikast, valimist ning kirjeldatakse täpsemalt projektiõppe etappe.

Töö kolmandas osas käsitletakse tulemusi, kus tehakse kokkuvõte, millised omadused peavad õpilase arvates heal (õppe)mängul olema, kuidas õpilased hindasid olemasolevaid võrrandite lahendamiseiga seotud õppemänge, kuidas kulges projektiõppe protsess ja rühmatöö, millised probleemid tekkisid ning õpilaste loodud mängude kontseptsioonide analüüs.

1. Teoreetiline taust

Selles peatükis antakse ülevaade projektiõppest, lineaarvõrranditest ja õppemängude kasutamisest õppetöös, disainimisega seotud probleemidest ning õpilasest kui õppemängude loojast.

1.1. Projektiõpe

Projektipõhine õpe on innovaatiline lähenemine õppimisele, mille käigus arenevad olulised 21. sajandil vajaminevad oskused, teiste seas enesejuhtimine ja -hindamine, koostöö- ja läbirääkimisoskused ning tehnoloogiliste vahendite kasutamine (Bell, 2010). Õpilastel on võimalus tegeleda sarnaste tegevuste ja probleemide lahendamisega, millega täiskasvanud professionaalid päriselus kokku puutuvad (Krajcik & Blumenfeld, 2006)

Krajciki ja Blumenfeldi järgi (2006) peab projektil olema küsimus või probleem, millest algab planeerimine, edasised tegevused ning lõpeb konkreetse tulemiga, mis on vastuseks esialgsele küsimusele või probleemile. Oluline on, et õpilastel oleks vabadus ise otsustada ja planeerida oma lahendusi, kuna läbi isetegemise toimubki õppimine. Samad autorid leiavad, et kuna tulemiks on mingi konkreetne objekt (nt mudel, raport, video, arvutimäng jne), siis on teistel võimalus sellele tagasisidet anda ning õppijal võimalus hinnata ja täiendada oma seniseid teadmisi ning seeläbi täiustada oma lõpptulemust. Tegevust juhivad õpilased ise, õpetajal on suunaja ja toetaja roll. Õpilased saavad vastutavad olla nii lõpptulemuse kui ka kogu protsessi eest (Krajcik & Blumenfeld, 2006).

Projektipõhisel õppel puudub kindel struktuur, mistõttu on see paidlik ning soodustab koostööd erinevate osapoolte vahel (õpilased, õpetajad, spetsialistid) (Bondee et al., 2011). Lisaks on leitud, et selline õpilase keskne lähenemine suurendab õpilaste motivatsiooni, mõjutab positiivselt ainesse suhtumist ja õpitulemusi (Thomas, 2000; Baş, 2011; Blumenfeld et al 1991; Bell, 2010). Projektipõhine õpe sobib ka õpiraskuste ja intellektipuudega õpilaste kaasamiseks (Kuusk, 2013; Filippatou & Kaldi, 2010). Õpilastel on võimalus valida enda

tasemele sobivaid materjale, vahendeid ning tööstrateegiaid (Blumenfeld et al, 1991).

Probleemina on välja toodud ajamahukust, õpetajate omavahelise koostöö vähesust õppeainete lõimiseks ja õpetajate vähest koolitatust (Blumenfeld et al, 1991, Kuusk, 2013; Krajcik & Blumenfeld, 2006).

1.2. Lineaarvõrrand

Lineaarvõrrandiks nimetatakse võrrandit kujul $ax + b = 0$, kus x on tundmatu, a lineaarliikme kordaja ning b vabaliige. Lahendeid on alati üks. Lahendi leidmiseks tuleb vabaliige viia teisele poole võrdusmärgi ning võrrandi mõlemad pooled jagada kordajaga a . Vabaliikme üle viimisel muutub selle märk vastupidiseks (Kaldmäe, Kontson, Matiisen & Pais, 2011):

$$ax = -b \Rightarrow x = -\frac{b}{a}$$

Põhikooli riikliku õppekava (2014) järgi peab 7. klassi õpilane teadma ühe tundmatuga lineaarvõrrandi mõistet ja põhiomadusi, oskama lineaarvõrrandeid lahendada, samuti teksti järgi ise lineaarvõrrandit koostada. Ka õpiraskustega õpilased peavad oskama sulge avada ja murde kaotada (vt joonis 1), et viia võrrandit lgkujule ning seejärel lahendada (Ehatamm & Rebane, 2010)

$$8(2 - x) = 3(4x + 3) + 87 \qquad \frac{4x - 2}{10} + \frac{4x - 3}{15} = \frac{3}{5}$$

Joonis 1. Näited erinevatest lineaarvõrranditest

1.3. Õppemängud

Mängu on defineeritud kui vabatahtlik ja nauditav tegevus, kus kokkulepitud reeglite järgi püüeldakse väljakutset esitava eesmärgi poole. Mäng pakub turvalist

keskkonda riskide võtmiseks ning võimalust teadmiste ja oskuste arendamiseks (Kinzie & Joseph, 2008).

Arvutimängude žanritel ei ole ühest kokkulepitud liigitust, kuna paljud mängud sobivad mitmesse kategooriasse (Gros, 2007; Prenzky, 2001). Gros (2007) liigitab neid järgnevalt:

- põnevusmängud - reaktsioonipõhised
- seiklusmängud - mängija lahendab erinevaid ülesandeid, et virtuaalmaailmas edasi jõuda
- võitlusmängud - võitlemine arvuti või teiste mängijate poolt kontrollitud tegelaste vastu
- rollimängud - võetakse üle mõne teise tegelase roll
- simulatsioonid - mängija peab saavutama teatud eesmärgi mõnes lihtsustatud taasloodud kohas või olukorras
- spordimängud - põhinevad spordialadel
- strateegiamängud - mängud, mis on loob ajaloolise või väljamõeldud situatsiooni, kus mängija peab eesmärgini jõudmiseks kavandama sobiva strateegia ning neid täide viima

Prenzky (2001) lisab ka kaheksanda kategooria - pusled. Need ongi lihtsad ülesandepõhised mängu ilma taustaloota (nt Tetris).

Hea mäng on peab olema kaasahaarav. Prenzky (2001) eristas arvutimängude puhul kuute elementi, mis koos esinedes muudavad mängu väga haaravaks. Nendeks on:

- reeglid
- konflikt/väljakutse
- eesmärgid
- lugu
- interaktsioon
- tulemused
- tagasiside

Õppemäng on mäng, millel on mingisugune hariduslik eesmärk. Käesolevas töös käsitletakse õppemängudena vaid arvutipõhised mängud, jättes kõrvale klassis kasutatavad aktiivtegevused.

Prenzky (2008) jaotab õppemängud laialt võttes kaheks: minimängud ja kompleksmängud. Minimängude mängimisele kulub tavaliselt vähem kui üks tund aega, need on tavaliselt ühel kitsal teemal. Nendel võib olla mitu erinevat taset, kuid tavaliselt on need sama mehhanismi keerulisemad variandid (Prenzky 2008).

Prenzky peab kompleksmängudeks selliseid, mille lõpuni mängimiseks kulub 20-60 tundi või isegi rohkem aega, seal on palju tasemeid erinevate eesmärkidega ning seetõttu on vaja erinevaid oskusi õppida, et mäng läbida (Prenzky, 2008).

Õppemängude puhul räägitakse ka drillimismängudest, mis tähendab, et ühte konkreetset oskust või teadmist rakendatakse mitmeid kordi järjest Matemaatikas on sellisteks tavaliselt erinevate arvutuskäikude harjutamine või faktide tundmine (korrutustabel, liitmine, lahutamine jne). Käesoleva magistritöö autor samastab Prenzky minimänge drillimismängudega.

Matemaatiliseks õppemänguks võib pidada kõiki mängu, kus eesmärgini jõudmiseks on vaja lahendada matemaatikareegleid nõudvaid ülesandeid.

Arvutipõhiste õppemängude mõju õpitulemustele on uuritud väga palju, siiski ühisele arusaamisele pole jõutud. Erinevad autorid (Kebritchi, Hirumi ja Bai, 2010; Dempsey, Rasmussen ja Lucassen, 1996; Mitchell & Savill-Smith, 2004; Dondlinger, 2007) on kirjandust uurides leidnud, et tulemused varieeruvad tugevasti. On uuringuid, mis kinnitavad õppemängude positiivset mõju õpitulemustele ja motivatsioonile (Ke & Grabowski, 2007; van Eck, 2006). Samuti on ka neid, mis väidavad, et õppemängude kasutamise ja õppetulemuste vahel ei ole arvestatavat seost (Harris, 2001; Lim, Nonis & Hedberg, 2006).

Tulemuste varieeruvuse peamiseks põhjusteks on uuringute aluseks olevate teoreetiliste raamistike, eesmärkide, andmekogumise ja analüüsi meetodikate erinevused (Ke, 2009). Ke läbiviidud meta-uuringust tuli välja, et kõige enam

kasutati kombineeritud uurimust ning kvalitatiivset etnograafilist juhtumiuuringut. Probleemina tõi ta välja uuringute ajalise kestvuse: vähem kui 50% olid pikaajalised. Suurem osa ülejäänutest kestis keskmiselt kaks tundi, mistõttu nägi ta vajadust longituud uuringute järgi. Mõju-uuringute puhul on probleemina välja toodud ka kontrollgruppide puudumine (Kebritchi, Hirumi ja Bai, 2010). Ke (2008) järeldas, et õppemängude mõju õppetulemustele oleneb tunni eesmärgist. Tema uurimuse seisukohaks jäi, et arvutimängude kasutamine õppetöös suurendas efektiivselt õpilaste motiveeritust, kuid ei toonud märkimisväärset erinevust teadmiste testis.

1.4. Õppemängude disainimine

Sellise õppemängu disainimine, mis oleks õpilasele atraktiivne ning samas vastaks õppekavadele, on keeruline ülesanne. Puudu on nii ressursse kui ka teadmisi (õpetajad ei oska mängu disainida ning disainerid ei ole tuttavad pedagoogikaga) (Sillaots & Maadvere, 2013). Sisuka mängu disainimine on lisaks ka väga kallis ja pikk protsess. Sinna piisava mahu ja erinevatel tasemetel haridusliku komponendi lisamine, mis vastaks ka õppekavale, muudab tegevuse veelgi keerukamaks ja kulukamaks (Prensky, 2008).

Kiili (2005) rõhutab, et kuigi mängu sisuelemendid (reeglid, tegelased jne) on olulised, siis kindlasti ei tohi unustada hea mängu jaoks paeluvat lugu, sobivat heli ja graafikat ning mängu tasakaalu. Nende kolme puudumisel head sisuelemendid mängu ei päästa. Kiili kohaselt on peaaegu igal mängul mingisugune siduv lugu. Ta leiab, et loo tähtsus sõltub mängu keerulisusest. Lihtsamate mängude puhul võib looks olla ka lühike lõik teksti, mis loob mängule tausta.

Prenzky (2008) arvates on suurem osa internetipõhiseid õppemänge just minimängud. Selle põhjuseks peab ta minimängude loomise lühikest ajakulu (mõni kuu), võimalust alusena kasutada juba valmis minimänge ja samuti väiksemat rahakulu kui suurte kompleksmängude loomist. Kompleksmängude disainimine kogu arendusperiood võib aega võtta aastaid, vajab suurt meeskonda ning on seetõttu rahaliselt väga kulukas.

Järjest rohkem püütakse leida lahendusi, kuidas muuta hariduslike mängude loomist lihtsamaks. On katsetatud pedagoogilise agendi (tegelase) lisamist mängule (Conati & Zhao, 2004), kus agent ei ole liiga pealetükkiv ning mängijal on võimalik tema vihjeid ignoreerida või abi küsida mängijale sobival hetkel. Samuti on loodud mudeleid, mis aitaksid efektiivsemalt ühendada mängu elemente pedagoogilist sisuga (Amory, 2007; Paras, 2005).

1.5. Lineaarvõrrandite õppemängud

Mängude otsimiseks kasutati Google otsingumootorit, mängud pidid olema internetipõhised ning tasuta kättesaadavad. Märksõnadega “lineaarvõrrand” ja “mäng” ei leidunud ühtegi otsingule lineaarvõrranditega seotud õppemängu. Seejärel kasutati inglise keelseid märksõnu “two-step equation game” ja “multi-step equation game”. *Two-step equation* tähendab lineaarvõrrandit, mida saab lahendada kahe “käiguga” (vabaliikme üleviimine ja lineaarkordajaga jagamine). *Multi-step equation*’i puhul sisaldab võrrand sisaldada sulgusid ja/või murde, mistõttu lahendamiseks tuleb rohkem “käike” teha. Seitsmenda klassi õpitulemustele vastavad *multi-step* ehk mitmekäigulised võrrandid, selliseid mängu oli nimekirja valitute seas neli (alljärgnevas loetelus märgitud nr 3, 4, 8 ja 13).

Õpilastele tutvumiseks ja hindamiseks said siiski mõlemad liigid esitatud, et nad tutvuksid erinevate võimaluste ja lähenemistega . Nimekirja sai 17 mängu. Otsingusõnadele vastavaid mängu leidis küll rohkem, kuid need hakkasid sisu poolest korduma (näiteks mitu erinevat mängu, kus palli korvi viskamiseks pidi lahendada võrrandi - põhimõttelt samad mängud, graafiliselt erinevad).

Mängud jagunesid oma sisult kaheks:

- drillimismängud - Pigem nimetaks autor neid veebipõhisteks harjutusteks, millele on lisatud mõned mänguelemendid, nagu näiteks punktide kogumine või ühelt tasemelt teisele jõudmine.

- väljakutsega mängud - Võrrandi lahendamine annab ligipääsu mängule (korvpalli viskamine, pallide tulistamine, *Pac-Man*, laevade pommitamine jne). Mängu sisu ei ole võrranditega seotud.

Lisaks leidis autor ka kaks nutiseadmetele mõeldud rakendust Androidi platvormile. Vaatluse alla sattus vaid Androidi rakendused, kuna mainitud klassi õpilastel on vaid androidipõhised nutiseadmed.

Järgnevalt kirjeldatakse lühidalt vaadeldud mängu jagatuna drillimismängudeks ja väljakutsega mängudeks. Siiski tuleb mainida, et antud drillimismängud ei olnud sisuliselt mängud, vaid testimiskeskonnad, mis võimaldavad vastuste sisestamist, kuhu oli lisatud mõningaid mängu elemente.

Drillimismängud

1. X Equals Algebra Game – võrrandi lahendamine samm-sammult koos instruksioonidega. Võimalik määrata vastuseks oleva arvu maksimaalne suurus. Mänguvälja nurgas on väike orav, kes vale vastuse korral raputab pead, õige puhul hüppab üles-alla. Väga lihtsad ülesanded. Lihtsustamist ei ole, üks vabaliige on vaja viia teisele poole võrdusmärki, seejärel jagamise teel lahendus leida. Raskusaste ei muutu, samuti ei ole mingit infot edenemisest. Väga algajatele sobilik harjutamiseks, kuid 7. klassi õpitulemustele siiski ei vasta ülesannete lihtsuse tõttu.

<http://kidsnumbers.com/x-equals-combined/>

2. Solving 2-Step Equations - samm-sammult juhiste järgi lahendamine. Lahendamise käigus tuleb valida, millist tehet (liitmine, lahutamine, korrutamine, jagamine) tuleb antud hetkel võrrandi mõlemale poole rakendada. Seega metoodiline lähenemine veidi teistsugune kui eelneva mängu puhul. Saab kasutada vihjet. Allservas loendatakse kasutatud vihjete, õigesti tehtud sammude ja lahendatud ülesannete arvu. Graafiliselt väga lihtne. Raskusaste ei muutu, edenemist tasemetel ei ole.

http://www.hstutorials.net/math/alg1_Glencoe/a1G_02/2stepType2.htm

3. Solve Two-Step Linear Equations - peast arvutamine ja lihtsalt vastuse kirjutamine. Juhendeid ja vihjeid ei ole. Mängus on erinevad tasemed, edasijõudmiseks peab esimese taseme vastustest olema õiged 80% ehk 10 vastusest 8. Igal tasemel saab teenida kuni 5 tähte. Mõned ülesanded on valikvastustega, lisaks on kasutatud ka murde ehk lahendamiseks tuleb kasutada kõiki nelja põhitehet. Lineaarvõrrandi lahendamiseks on kaks taset, edasijõudes tuleb tekstülesande järgi vastused arvutada, mis oma raskusastmelt tundub noorematele klassidele sobivat. Graafiliselt parem, kui eelmised mängud. Erilise lisana on võimalik lasta ülesanne endale arvuti poolt ette lugeda ning vajutades üleval paremas nurgas olevale nupule "Scratch Pad" tekib joonistusväli ülesande peale. Seega lahendaja saab hiirega joonistades lahenduskäiku endale paremini visualiseerida.

<http://www.mathgames.com/skill/7.150-solve-two-step-linear-equations>

4. Solve Multi-Step Equations - IXL keskkond on mõeldud drillimisharjutusteks. Arvud on väga väikesed (alla 10). Lahendamiseks tuleb kasutada kõiki põhitehteid, lisaks sulgude avamist. Kõrvalt on võimalik näha lahendatud ülesannete arvu, kulgenud aega ning "Smart Score'i" (iga ülesande lahendamisega see tõuseb erineva suuruse võrra olenevalt ülesande keerukusest, eesmärgiks on jõuda sajani). Rohkemate ülesannete lahendamiseks vajab kasutajakonto omamist. Õpetajal on võimalik sinna endale ja õpilastele konto teha, õpilastele ülesandeid lahendamiseks määrata ning nende progressi jälgida.

<https://eu.ixl.com/math/grade-8/solve-multi-step-equations>

5. Solve Equations Involving Like Terms - Tundmatut sisaldavaid liikmeid on kaks, mis tuleb enne lahendamist koondada. Arvud samuti väikesed, sulgude avamine puudub.

<https://eu.ixl.com/math/grade-8/solve-equations-involving-like-terms>

6. Solve Two Step Equation - kahe eelnevaga sarnane, kuid kõige lihtsam. Vabaliikmed tuleb koondada ning seejärel tundmatu avaldada.

<https://eu.ixl.com/math/grade-8/solve-two-step-equations>

7. Solve Two-Step Equations - peast arvutamine aja peale, aega on 60 sekundit. Algtasemel harjutamiseks, sulgude avamist ja murdarve ei ole. Vale vastuse korral on võrrand koos õige vastusega näha kõrvalolevas kastikeses. Iga õige vastuse eest saab ühe punkti. Selgitusi ning juhendeid pole. Aja lõppemisel kuvatakse punktisumma ning vastamise täpsus protsentides. Ennast on võimalik võrrelda teistega punktisummas. Võimalik on valida ka harjutamislaad, mille puhul aega ei arvestata.

<http://www.xpmath.com/forums/arcade.php?do=play&gameid=64>

8. Solve equations involving like terms - peast arvutamine, lahendamiseks tuleb sarnased liikmed koondada. Kõrval on näha ülesannetele kulunud aeg ja teenitud punktisumma.

<https://eu.ixl.com/math/grade-8/solve-equations-involving-like-terms>

9. Rags To Riches: Easy Algebra Equations - miljonimängu põhimõttel valikvastustega mäng. Ülesanded on erineva raskusastmega, kuid mitte alati lineaarselt kasvavad. Raskemate ülesannete lahendamiseks peab mängija teadma ka võrdekujulise võrrandi omadusi. Küsimustepank koosneb 9 võrrandist, kus on nii sulgude avamist kui ka murdarve. Uuesti mängu alustades on ülesanded samad, kuid esitamise ja vastusevariantide järjekord muutunud.

<https://www.quia.com/rr/4096.html>

Väljakutsega mängud

10. Two-Step Equation Basketball Game - Korvpalliteemaline mäng, mida on võimalik mängida koos kaaslasega (ühe arvuti taga). Kõigepealt kuvatakse võrrand koos nelja vastusevariandiga. Õige vastuse korral saab esimene mängija 2 punkti ning võimaluse palli korvi visates teenida kolmas punkt. Selle jaoks tuleb hiirega hüplevale pallile vajutada ning tegelaskuju viskab palli korvi. Võrrandile valesti vastates läheb kord üle teisele mängijale. Lihtsa ning mitte väga atraktiivse graafikaga mäng.

<http://www.math-play.com/two-step-equations-basketball-game/two-step-equations-basketball-game.html>

11. Two-Step Equations Game - samuti korvpalliteemaline. Võimalik mängida üksi, paarilise vastu või aja peale. Mängija peab sisestama nime, valima raskusastme (algaja, kogenenud, superstaar) ning vahetada saab särgi ning jalanõude värvust. Jällegi tuleb alustamiseks lahendada võrrand valides ühe neljast vastusevariantidest. Õige vastuse korral saab aga mängija ise paigutada korvaplilmängija platsile, viske täpsuseks tuleb õigel ajal vajutada kiiresti liikuvale nupukesele, mis tähistab viske horisontaalset ja vertikaalset suunda. Punkti saab ainult siis, kui pall korvi läheb. Aja peale mängides tuleb lahendada 10 võrrandit, et teenida endale platsiaega. Iga õige vastus annab aega juurde 3 sekundit, iga vale vastuse puhul võetakse maha 5 sekundit. Punktid saab korvi tabamuste eest. Graafiliselt parem kui eelnevalt kirjeldatud mäng.

<http://www.crclessons.com/two-step-equations-game.html>

12. Battle the Two-Step Equations - laevade pommitamine. Valida saab kolme raskusastme vahel, nupuvajutusega saab valida erinevate laevade paigutuste vahel. Hiirega ruudustikule vajutades saab vastase laevu pommitada. Tabamuse korral kuvatakse võrrand koos nelja vastusevariandiga. Õigesti vastates pomm tabab vastase laeva. Valesti vastates muutub ruut kollaseks ning tabamus ei ole lõpuni viidud. uuesti sellele ruudule vajutades, saab sama võrrandit proovida uuesti lahendada. Ka kõige raskema taseme puhul on ülesanded lihtsad, üks tundmatut sisaldav liige ja kaks vabaliiget, puuduvad sulud ja murdarvud.

<https://www.quia.com/ba/143047.html>

13. Algebra Four - paarismäng, kus saab määrata nii ajaliimidi (kui ka selle puudumise), raskusastme ning ülesannete liigid (muutuja mõlemal pool võrdusmärki, sulgude avamine, ruutvõrrand, kaheastmelised või üheastmelised ülesanded). Pärast võrrandi õigesti lahendamist saab mängija õiguse valida ühe tulba kümnest, kuhu tema žetoon langeb. Eesmärgiks on saada 4 žetooni järjest (horisontaalselt või vertikaalselt). Vastasmängija saab õigesti vastates paigutada enda zetoone takistuseks. Võidab see, kes esimesena saab nõutud rea täis. Graafiliselt väga lihtne mäng.

<http://www.shodor.org/interactivate/activities/AlgebraFour/>

14. Solving Two-Step Equations - võimalik valida 6 erineva mängu vahel (nt Pac-Man ja Asteroid). Mängu alustamiseks tuleb valida võrrandile õige vastusevariant. Graafiliselt kõige algelisem kõigist vaadeldud mängudest.

http://www.classtools.net/arcade/201411_iYXBDQ

15. Heroic Ants - mängu eesmärgiks on lennutada sipelgas võimalikult kaugele tõmmates teda nõorist ja valides laskmisnurga. Sipelgas saab seentele ja muudele objektidele kukkudes hoogu juurde. Mängu alustamiseks tuleb lahendada lihtne võrrand. Raskusastmeid ega tasemetelt edasiliikumist pole. Ülesannete raskused on sobivad II kooliastme algusesse.

http://reviewgamezone.com/games3/ants.php?test_id=5754&title=Two%20Step%20Equations

16. Bouncing Balls - mängu eesmärgiks on palliga tabada samat värvi palle. Mängu alustamiseks tuleb lahendada lihtne võrrand. Iga teatud aja tagant ilmub uus võrrand ning edasi mängimiseks tuleb valida õige vastusevariant. Raskusastmeid ega tasemetelt edasiliikumist pole.

http://reviewgamezone.com/games3/bounce.php?test_id=5754&title=Two%20Step%20Equations

17. Free Kick - jalgpalliteemaline mäng - lihtsale võrrandile õige vastusevariandi valides saab mängija lüüa palli väravasse. Mängija saab määrata palli suunda, kõrgust, lennukaart ja löögi tugevust. Jällegi puuduvad erinevad tasemed või mängus edasijõudmine.

http://reviewgamezone.com/games3/freekick.php?test_id=5754&title=Two%20Step%20Equations

Rakendused nutiseadmetele

1. x=1: Spielerisch Mathe lernen! - rakendus nutiseadmetele, kus näpuga liigutades saab koondada sarnaseid liikmeid ning lahendada samm-sammult võrrandeid. Liigutamise ajal tekib liigutatava kohale nool, mis on roheline, kui soovitud arvutust on võimalik teha ning punane kui mitte. Valikus on ka inglise keel. Infonupule vajutades leiab õpetused. Ülesanded on erineva

raskusastmega, kus on vaja nii sulge avada kui ka murruna kujutatud tundmatuid avaldada. Graafiliselt lihtne (koolitahvel taustaks, ülesanded kirjutatud justkui kriidiga), kuid tänapäevane. Viimati uuendatud jaanuaris 2017.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dg.eqs>

2. The Fun Way to Learn Algebra - võrrandi lahendamine toimub läbi kaaluvihtide analoogia. Mängija laob kaalule võrrandile vastavalt kaaluvihid ning hakkab mõlemalt poolt ühe palju eemaldama, kuni lõpuks on tundmatu avaldatud. Lisaks on olemas juhendid ja ka videomaterjalid abistamiseks. Tasemetel edasi liikumiseks tuleb instruktiivne video vaadata ning seejärel järjest ülesandeid lahendada. Tegemist on rakenduse tasuta versiooniga, mille puhul on kolm erinevat taset, igas kümme ülesannet. Graafiliselt atraktiivne, videote kvaliteet hea. Viimati uuendatud märtsis 2017.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.handsonquati>

1.5. Õpilane kui disainer

Eestis praegusel hetkel kehtiv põhikooli riiklik õppekava on astunud samme konstruktivismi poole. See sätestab, et õpilane loob endale ise teadmisi varasemate ja õppimise käigus saadud kogemuste põhjal, töötab koos teistega ning jõuab ise erinevate lahenduskäikudeni (Põhikooli riiklik õppekava, 2014). Ise õppemängu loomine on vastab hästi sellisele eesmärgile.

Prensky (2008) arvates peaksid õpilased ise disainima õppemänge, kuna paratamatult täiskasvanud (sh õpetajad) ei mõista täielikult tänapäeva noori. Samuti leiab ta, et õpilasi motiveerib mängu looma võimaluse andmine teha midagi, mis ei ole tavapärase kooli osa. Motivatsiooniks võivad olla ka kaaslastega konkureerimine või lihtsalt tunnustuse saamine.

Õppemängu loomisel õpilaste poolt ei ole oluline (ainult) tulemus, vaid protsess ise. Selle käigus õpilane kordab omas tempos materjali ning arenevad erinevad oskused. Juba ainult taustaloo kirjutamine koos tegelaste ja reeglite paika panekuga nõuab head suhtlemis- ja eneseväljendusoskust, samuti analüüsi- ja sünteesivõimet (Prayaga & Coffey, 2008). Samade autorite kohasel näitab arusaamine, et lool on algus, keskpaik ja lõpp, näitab analüüsivat mõtlemist, mis on kohane abstraktsele mõtlemisele.

Vos, Meijden ja Denessen (2010) võrdlesid omavahel kahte õpilaste gruppi. Ühe grupi ülesandeks oli ise luua õppemäng, teine grupp mängis samal teemal juba valmis mängu. Uuriti, kuidas antud ülesanded mõjutasid õpilase motivatsiooni ning sügava õppimise strateegia kasutamist. Leiti, et erinevus kahe grupi vahel oli küllaltki suur, millest järeldati, et ise mängu loomine suurendab rohkem sisemist motivatsiooni ning sügava õppimise rakendamist. Sarnast seisukohta on väljendanud ka Kafai (2006), öeldes, et suurima õppimisega seotud kasu saavad mängude loojad, mitte mängijad, kuna viimased ei olnud osalised disaini, strateegiate ja ideede arutamisel.

Koolis õppemängude disainimine on aga paljude õpetajate meelest problemaatiline. On leitud, et sellise tegevuse lisamine õppetöösse on väga ajamahukas ja keeruline ettevõtmine õpetaja jaoks (Maadvere ja Sillaots, 2013; Harel, 1990). Tihti puuduvad õpilastel tehnoloogilised oskused, mistõttu kulub aega erinevate vahendite kasutama õppimisega, seda eriti arvutimängu puhul. Õpetaja peab tunde planeerides arvestama õpilaste juhendamisele kui ka mängude valmistamisele kuluva ajaga, tihti on aga ainekavad väga tihedad ning varuaega vähe.

1.6. Varasemad uuringud

Eestis on õppemängude kasutamist õppetöös käsitlenud mitmed autorid. Paju (2015) uuris, kuidas 3-4 aastased lapsed kasutavad tahvelarvutiga e-Aabitsa mängu. Laane (2012) koostas matemaatilise õppemängu puuetundlikule tahvlile 5-6 aastasele lastele. Tahvelarvutite kasutamist uuris Erdfeld (2015) I kooliastme klassiõpetajaid

intervijueerides, kes leidsid, et antud seadmed mõjuvad tundides vaheldusrikkalt ning kaasahaaravalt. Samale järeldusele jõudis Näkk (2015), kes uuris tahvelarvutite kasutamist II kooliastmes. Füüsika tundide tarbeks gümnaasiumi astmes lõi Väljaots (2013) arvutimängul põhineva aktiivõppekomplekti, mis õpetajate ja õpilaste poolt sai väga head vastukaja. Arvutimängu on loodud ka logopeedilisel eesmärgil (Huopolaianen 2014). Issakova (2007) kirjeldas T-Algebra programmi kasutamist, mille koostamisel ta ise osales.

Piirimaa (2013) uuris matemaatika õppemängude kasutamist Tartumaa koolide näitel, millest selgus, et õpetajad on teadlikud õppemängude kasutamise positiivsest mõjust, kuid teevad seda harva. Üldiselt kasutati õppemänge korra veerandis. Lisaks leidis ta, et kõige harvemini kasutatakse neid funktsioonide ja algebra teemade puhul. Lineaarvõrrandid kuuluvad algebra alla.

Õppemängu loomist õpilaste poolt on käsitletud iTECi (Innovative Technologies for Engaging Classrooms) projekti raames. Selles üleeuroopalises projektis osales üle 20 riiki, mille eesmärgiks oli innovaatiliste õpistsenaariutimite loomine koos seda toetavate materjalide ja tehnoloogiaga, et arendada tehnoloogia kasutamist ning uuendada õppimist ja õpetamist (iTEC Eesti). Projektis osalesid ka Eesti õpetajad, kes katsetasid loodud stsenaariumeid. Üheks selliseks stsenaariumiks oli “Mängu loomine”, mida viidi läbi 15 Eesti koolis erinevates õppeainetes. Eelnimetatud õpistsenaariumi katsetamisest Eestis on ülevaate teinud Sillaots ja Maadvere (2013) ning kogu “Mängu loomise” õpilugu evalveeris Maadvere (2013) oma magistritöös.

Maadvere (2013) magistritööst tuli välja, et osalenud õpilastele õppemängu loomine meeldis ning ta oleksid seda nõus ka teistel kordadel tegema. Lisaks järeldas ta, et õpiloo oleks võinud olla ideid, kuidas aega kokku hoida, sest õpetajate arvates võttis õpiloo rakendamine väga palju aega.

Õpilaste motiveerimine ning õpitulemuste parandamine õppemänge mängides ning ka ise disainides on teema, mida praegusel ajal aktiivselt uuritakse. Autor oli juba varasemalt veendumusel, et õppemängud on vahendid, millega õpilasi rohkem köita ning õppimist huvitavamaks muuta. Õppemänge oli ta varasemalt ainult ühe korra lasknud õpilastel valmistada, selleks oli lihtne lauamäng matemaatikas peast

arvutamiseks. Autor soovis teada saada, millised oleksid need mängud, mida õpilased välja mõtleksid, kui neid ei piirata nende enda tehnoloogiliste oskuste puudulikkusega, vaid laseksid oma fantaasial lennata ning oleksid võimalikult vabad oma loomingus. Maadvere (2013) käsitletud iTECi projekti läbiviimisel loodi õppemänge erinevates ainetes, sealhulgas ka matemaatikas, kuid mitte lineaarvõrrandite teemal. Seega võib väita, et Eestis on õppemängude loomist õpilaste poolt väga vähe uuritud, mistõttu annab praegune magistritöö uue panuse Eesti õpilastega tehtud uuringutesse.

Töö peamine eesmärk oli teada saada, kas projektiõppena õppemängu kontseptsiooni loomine on õpilastele motiveeriv matemaatikaga tegelemiseks ning milliseid on need õppemängud, mida õpilased peaksid haaravateks.

2. Uurimistöö metoodika

Järgnevas peatükis antakse ülevaade uuringu strateegiast ja andmete kogumismeetoditest, kirjeldatakse valimit ja uuringu etappe.

2.1. Uuringu strateegia ja andmete kogumine

Antud magistritöö on empiiriline kvalitatiivne juhtimiuuring, kus vaadeldavaks objektiks oli Eidapere Kooli 7. klass, kelle ülesandeks oli läbi projektipõhiseõppe koostada rühmatööna matemaatilise õppemängu kontseptsioon. Kuigi õpilaste tegevuse lõppeesmärgiks oli mängu kontseptsiooni valmimine, siis ei olnud sobivaks strateegiaks arendusuuring, kuna peaarõhk oli protsessi jälgimisel ja tulemuste analüüsimisel, mitte lõpp-produkt ise. Ajalise piirangu tõttu ei saanud tegemist olla ka tegevusuuringuga, mis oleks eeldanud protsessi sooritamist iteratiivselt.

Andmekogumismeetoditeks olid vaatlused, intervjuud rühmade ja õpilasi konsulteeriva matemaatika õpetajaga, ankeedid ja valminud mängude kontseptsioonide dokumendid. Andmeanalüüsiks kasutatakse kirjeldava statistika meetodidest sagedustabeleid ja aritmeetilist keskmist

Hindamiseks läbiviidud projektiõppe mõju õpilaste motivatsioonile ja suhtumisele matemaatika ainesse, analüüsitakse tagasisideküsimustikest saadud andmeid kahest lähtekohast: (a) motivatsioon ja (b) hinnang rühmatööle. Hinnang rühmatööle on oluline, kuna see võib mõjutada õpilase motivatsiooni, olles negatiivseks faktoriks õpilaste puhul, kes eelistavad üksi töötamist. Tagasiside küsitluse ankeet on leitav Lisas 1.

2.3. Valimi kirjeldus

Valimi puhul on tegemist mugavusvalimiga. Autor töötab samas koolis õpetajana, käesoleval hetkel õpetades muuhulgas matemaatikat 5. ja 6. klassis, kuid varasemalt ka 7.-9. klassini. Matemaatika on koolis õpilaste jaoks üks enam raskusi tekitavaid ained, mistõttu sai see aine valitud projektiõppe läbiviimiseks. Uuringute (Pässa, 2013) järgi on matemaatikaga seotud motivatsioon kõige madalam III kooliastmes. Ajalise piirangu tõttu langes valimist välja 9. klass, kes keskendusid eesolevatele eksamitele. Välja arvati ka 8. klass, kelle puhul nende matemaatikaõpetaja arvates oldi ainekava läbimisega erinevatel põhjustel mahajäänud ning ei oldud valmis lisaülesanneteks. Lõplikuks uurimisobjektiks jäi seega 7. klass.

Selles klassis õpib 10 last - 4 tüdrukut ja 6 poissi. Klassist parema ülevaate saamiseks peab mainima, et neli neist (2 poissi ja 2 tüdrukut), elavad kooli õpilaskodus ning on Eidapere Kooli sattunud erinevate probleemide tõttu (varasemates koolides mittekohalkäimine, käitumisraskused, õpiraskused, diagnoositud tähelepanu- ja keskendumishäire). Projektiõppe ja õppemängude kasutamist on nähtud ühe võimalusena õpiraskustega õpilaste kaasamiseks (Filippatou & Kaldi, 2010). Lisaks on kaks õpilast, kes kolisid välismaalt tagasi Eestisse ning hetkel õpivad teist aastat kõnealuses koolis. Välisriigis elades käisid nad mitu aastat kohalikus koolis ning õppisid sealse keeles ning õppeprogrammi järgi (emakeel on siiski eesti keel). Selleks aastaks on nad üpris hästi kohanenud, kuid raskusi võib neil olla keerulistematest mõistetest aru saamisega. Seega tegemist on küll väikese, aga väga mitmekülgse klassiga.

Selle klassi matemaatika õpetajaga arutledes sai loodava mängu teema kitsendatud lineaarvõrrandite lahendamisele, mida samal ajal just õpiti ning mis õpilastele raskusi valmista

2.4. Uuringu etapid

Uurimistöö jagunes kaheks etapiks:

1. olemasolevate lineaarvõrrandite mängude kaardistamine
2. projektipõhise õppe läbiviimine;

Esimeses etapis kaardistatud mängud on kirjeldatud töö esimeses osas alampeatükis 1.4. Järgnevalt kirjeldakse täpsemalt teist etappi ehk projektiõppe läbiviimist.

Projektiõppe “Matemaatilise mängu loomine” läbiviimine

Antud projektiõppe aluseks on võetud iTECi projekti poolt loodud õpilugu “Mängu loomine” (Mängu loomine, 2012), mida on vastavalt uuringu eesmärkidele mõningal määral kohandatud. Õpiloo rakendamise lõpptulemuseks oli mängu kontseptsioon, mitte mängu paber-prototüüp või valmis mäng, nagu iTECi õpiloo käsitletud oli. Otsus kontseptsiooni koostamiseks sai võetud mitmel põhjusel. Esiteks ajalise piirangu tõttu (veerandi lõpp) ei oleks olnud võimalik leida lisa-aega, et õpilastele tutvustada mõnda mänguloomise keskkonda. Samal põhjusel ei soovinud autor ka paberprototüüpi, mille (põhjalik) valmistamine oleks võtnud aega. Teiseks soovis autor teada saada, millisena kujutavad õpilased “ideaalset” õppemängu soovimata piirata nende fantaasiat tehnoloogiliste vahendite võimalustega.

Läbiviidud õpilugu koosnes järgnevatest etappidest:

1. Sissejuhatav tund
2. Olemasolevate mängudega tutvumine ja hindamine
3. Esialgse kontseptsiooni koostamine
4. Vaheesitlemine
5. Lõpliku kontseptsiooni valmimine
6. Esitlemine ja refleksioon

Õpiloo viis läbi autor ise, välja arvatud 4. etapi. Selle etapi puhul esitlesid õpilased oma esialgset kontseptsiooni matemaatika tunnis koos enda matemaatikaõpetajaga. Ülejäänud etappidele kulunud tunnid autor “laenas” teiste ainete arvelt, kui aineõpetajad osalesid koolivälistel üritustel.

Järgnevates alampeatükkides kirjeldatakse igat etappi lähemalt.

1. Sissejuhatav tund

Esimene tund toimus tavaklassis tahvli ja projektori abiga, kus õpilastele tutvustati algavat projekti, ajakava ning lühidalt mängude disainimise protsessi. Seejärel tehti

tahvlile ideedekaart, kuhu pandi kirja märksõnad, mis nende arvates ühe hea arvutimängu kohta kehtivad. Toimus arutelu selle üle, milline peaks üks õppemäng olema, et see oleks õpilasetele atraktiivne.

Järgmisena moodustati rühmad. Autor ise annab sellele klassile loodusõpetust ja informaatikat ning väga tihti kasutab õpetamisel rühmatöid (juhuslikkuse alusel TeamUp-i¹ rakendust kasutades). Seetõttu pidas huvitavamaks lasta õpilastel ise rühmad moodustada. Piiranguid ei olnud liikmete arvu suhtes, aga pidi moodustuma vähemalt kolm rühma. Autori lootuseks oli, et ise oma rühma moodustades koondutakse kokku nendega, kellega koostöö kõige paremini sujub, mis võib protsessile positiivselt mõjuda. Moodustus minimaalsed kolm rühma: kõik 4 tüdrukut koondusid kokku, teises rühmas oli kaks poissi ja kolmandas ülejäänud 4 poissi. Tunni lõpus jagati igale rühmale valged A4 paberid, et nad saaksid kirja panna oma esialgsed ideed.

2. Olemasolevate mängudega tutvumine ja hindamine

Teine tund toimus arvutiklassis individuaalselt tegutsedes. Tuletati kõigepealt meelde, millised olid eelmisel tunnil välja toodud hea mängu elemendid. Antud tunni eesmärgiks oli tutvumine erinevate temaatiliste mängudega, mis aitaks juurde saada ideesid (mida võiks enda mängus kasutada, mida kindlasti ei tohiks jne). Seejärel avas igaüks faili, mida nendega jagati Google Drive'i keskkonnas. Seal oli nimekiri autori leitud mängudest, mida õpilased pidid läbi proovima ning hinnangu andma. Hinnangu andmiseks täitsid nad paralleelselt samuti Google Drive'i keskkonnas jagatud ankeeti. Ankeedi ülesehitus oli väga lihtne: vaid mängu number (sama, mis nimekirjas), hindamisskaala 1-5 punktini ja kommentaari lahter iga mängu kohta. Lisaks numbrilisele hinnangule soovis autor, et õpilased mõne sõna või lausega kirjeldaksid, mis neile antud mängu juures meeldis või ei meeldinud.

Tunni lõpus koguneti kümneks minutiks uuesti oma rühmaga kokku, et oma ideesid edasi arutada ja uusi mõtteid kirja panna. Õpilastele ei seatud mänguga seoses mingeid piiranguid, see võis olla mistahes žanris, mistahes väljakutsetega jne.

3. Esialgse kontseptsiooni koostamine

Kolmas tund oli ainult rühmatöök mõeldud. Iga rühm oli eraldi klassis, kus neil oli võimalik arvutit ja internetti kasutada. Nende tundide jooksul pidid rühmad koostama Google Drive'is dokumendi ja seda autoriga jagama. Autor lisas sinna faili mängu kontseptsiooni märksõnad/pealkirjad, mida rühmad seejärel täitma hakkasid. Nendeks märksõnadeks olid idee,

Mõlema tunni ajal külastas autor kõiki rühma ning arutleti selle, mis ideed neil on tekkinud ja kuhu on jõutud. Õpilastele tuletati meelde, et meelelahutusele lisaks tuleb ka hariduslik komponent integreerida nende mängu, kuna mängu eesmärgiks on võrrandi lahendamise oskuste arendamine. Lisaks soovitas autor neil otsida sarnase žanriga mängu ja veidi uurida neid lisamõtete (mängu reeglid, sisemised mehhanismid, graafika jne) saamiseks.

4. Vaheesitlemine ja üksteise hindamine

Matemaatika tunnis tutvustasid õpilased klassi ees oma ideed. Tagasisidet andis neile nii klassikaaslased kui ka matemaatika õpetaja, kes andis soovitusi matemaatika oskuste arendamise poole pealt. See tegevus võttis tunnist umbes 20 minutit aega.

5. Esitlemine ja refleksioon

Viimane kokkuvõttev tund toimus 4 päeva hiljem. Selleks tunniks jäi kodutööks oma mängu kontseptsioon lõpuni viimistlemine võttes arvesse kõikide osapoolte kommentaare ja ettepanekuid. Tunnis tutvustati kaaslastele oma lõplikku mängu kontseptsiooni ning tehti suuliselt kokkuvõtteid antud projekti protsessist. Tunni lõpus täideti individuaalselt veebipõhine tagasiside ankeet, mis on leitav Lisast 2.

3. Tulemused

Järgnevas peatükis antakse ülevaade, millised elemendid on õpilaste arvates (õppe)mängude puhul olulised ja kuidas hindasid õpilased olemasolevaid lineaarvõrranditega seotud mängu. Lisaks antakse ülevaade läbiviidud projektiõppe tundidest ning esitatakse kokkuvõtte rühmatöö protsessist ning valminud kontseptsioonidest. Peatüki lõpus on arutelu, kus tehakse järeldusi läbiviidud projektiõppest ning saadud tulemustest.

3.1 Hea mängu elemendid

Sissejuhatavas tunnis arutleti selle üle, mis on need elemendid, mis õpilaste arvates muudavad mängu huvitavaks ja kaasahaaravaks.

Õpilased pidasid kõige olulisemaks järgnevaid elemente:

- huvitav taustalugu
- põnev eesmärk või missioon;
- hea heli ja graafika;
- erinevatele tasemetele edenemine;

Õpilaste arvates olid taustalugu ja missioon ehk eesmärk väga olulised, kuna need on peamised, mis muudavad mängu nende jaoks põnevaks. Sama olulised on ka kvaliteetne heli ja tänapäevane graafika. Ühe õpilase sõnul: *“Kui audio ja graafika oleksid jamad, siis kaua seda ei mängiks, eriti kui see õppimisega seotud on”*. Samuti leiti, et väga oluline on ka tasemetel edasijõudmine ja keerulisemate ülesannete ja missioonide lahendamine. Kui kogu aeg tehakse asju ühte moodi ning miski ei muutu, siis oleks õpilaste hinnangul selline mäng igav.

Lisaks nimetati ka edetabeleid, kaaslastega konkureerimist ja koosmängimise võimalust (internetipõhine ühine virtuaalmaailm, kus üksteisega võisteldakse, tehakse koostööd vms).

3.2. Hinnangud olemasolevatele mängudele

Õpilased hindasid ainult internetipõhiseid mänge, mille autor oli varasemalt valmis otsinud ja nimekirja koostanud. Mängudele andsid hinnanguid 7 õpilast, kolm õpilast puudusid sellest tunnist. Nimekirjas oli ka kaks nutiseadmetele mõeldud rakendust, kuid ainult ühel õpilasel oli võimalus see enda nutitelefonis laadida ja sellega tutvuda. Teiste õpilaste puhul oli takistuseks nutitelefoni vaba andmeruumi puudumine, andmeside puudumine ning kahel juhul ka isikliku nutiseadme puudumine. Selle tõttu jäid need rakendused punktilisest hindamisest välja, kuid allpool esitatakse rakendusi katsetanud õpilase arvamus.

Vaadeldud rakendused olid oma sisult harjutamiskeskonnad, kus oli võimalik erinevatele tasemetele jõuda ning punkte teenida. Siiski pidas autor oluliseks ka nutiseadmete kaasamist arvestades nende rohkust tänapäeva õpilaste seas.

Vaadeldud mängud jagas autor kaheks: drillimismängud ja väljakutsega mängud. Drillimismängud olid oma olemuselt testimiskeskonnad, kus saab vastuseid sisestada ning kohest tagasisidet õiguse kohta. Siiski oli suuremale osale neist lisatud mõned mänguelemendid (erinevatele tasemetele jõudmine, punktide teenimine), mille tõttu said need õpilastele esitatud kui mängud. Väljakutsega mängude puhul oli omavahel ühendatud võrrandi lahendamise harjutamine sarnaselt drillimismängudega, kus õigesti vastamise puhul sai sooritada mängulaadseid tegevusi, mis ei olnud matemaatikaga üldse seotud.

Tulemused

Kõik mängud hinnati üle keskmise heaks ehk kõikide mängude keskmised hinded olid üle 2,5. Keskmistest hinnetest moodustus edetabel (sulgudes on mängujärjekorra number töö esimeses osas esitatud nimekirjas):

1	Two-Step Equations Game (nr 11)	4,29
2	Battle the Two-Step Equations (nr 12)	4,29
3	Two-Step Equation Basketball Game (nr 10)	4,14
4	Rags To Riches: Easy Algebra Equations (nr 9)	4,00
5	Solving Two-Step Equations (nr 14)	3,71
6	Free Kick (nr 17)	3,71
7	Solve Two Step Equation (nr 6)	3,57
8	Heroic Ants (nr 15)	3,57
9	Algebra Four (nr 13)	3,43
10	Solve Multi-Step Equations (nr 4)	3,29
11	Solve Equations Involving Like Terms (nr 5)	3,29
12	Bouncing Balls (nr 16)	3,29
13	Solve Two-Step Equations (nr 7)	3,14
14	X Equals Algebra Game (nr 1)	3,00
15	Solve equations involving like terms (nr 8)	2,86
16	Solve Two-Step Linear Equations (nr 3)	2,71
17	Solving 2-Step Equations (nr 2)	2,57

Järgnevalt analüüsitakse kahte madalama hinde saanud ja kahte kõrgeima hinde saanud mängu.

Madalaim keskmine hinne (2,57) oli mängul number 2, nimega Solving 2-Step Equations, kus ülesannet tuli lahendada samm-sammult juhiste järgi. See oli meetoodiliselt teistsuguse lähenemisega kui Eestis koolides õpetatakse. Lahendamise käigus tuli valida, millist tehet (liitmine, lahutamine, korrutamine, jagamine) tuleb võrrandi mõlemale poole rakendada. Eestis õpetatakse liikmete ümberpaigutamist, kuni lineaarvõrrand taandub algkujule, misjärel leitakse tundmatu väärtus. Ühtegi mängu elementi selles ei esinenud.

Negatiivsete aspektidena tõid õpilased välja, et sellel mängul on rasked seletused, eriti nende jaoks, kes inglise keelt hästi ei oska. Lisaks võttis kaua aega ning ühe arvates oli lihtsalt igav. Mängule hinde "5" andnud õpilase arvates oli mäng hästi tehtud ning innustas edasi mängima. Võib arvata, et selle õpilase inglise keelest aru saamine oli hea.

Erinev metoodika, inglise keelest aru saamise vajadus ning mängulisuse puudumine on arvatavasti madala hinde põhjuseks.

Veidi kõrgema keskmise hinde (2,71) sai mäng number 3 - Solve Two-Step Linear Equations. Ekraanile kuvati lihtne võrrand, mida tuli peast arvutades lahendada. Lineaarvõrrand oli juba algkujul, mis tähendab, et puudusid sulud ja murrud. Vaja oli vaid (mõttes) vabaliige teisele poole võrdusmärki viia ning lineaarkordajaga jagada (näiteks $3x - 8 = 28$). Inglise keelest arusaamine ei olnud oluline ülesande lahendamisel. Mänguliste elementidena olid erinevad tasemed ning tähtede teenimine piisavalt paljude õigete vastuste eest. Mõned ülesanded olid ka valikvastustega.

Õpilaste hinnangud olid ühest äärmusest teise, kõiki hindeid anti vähemalt korra. Negatiivsena toodi välja, et see on raske ja igav. Kahe õpilase arvates oli see mäng "*normaalne*". Õpilastele meeldisid erinevate tasemete ning valikvastuste olemasolu.

Paremuselt teiseks jäi mäng number 10 - Two-Step Equation Basketball Game. Korvpalli teemaline väga lihtsa graafikaga mäng. Võrrandi lahendamiseks pakuti nelja vastusevarianti. peale õigesti vastamist oli tarvis pörkav pall hiirega kursusrit liigutades ja vajutades kinni püüda. Kinni püüdes viskas tegelaskuju palli korvi.

Kommentaaries toodi välja, et palli oli raske püüda. Positiivseks hinnati asjaolu, et ei olnud tegemist ainult ülesande lahendamisega, vaid sai ka mängida ning olid olemas valikvastused. Ühe õpilase arvates oli tegemist "*megalahe mänguga*".

Kõige kõrgemalt hindasid õpilased mängu numbrita 11 ja 12 - , mille keskmine hinne tuli mõlemal võrdselt 4,29 . Esimene neist oli korvpalli teemaline ja teine laevade pommitamise mäng. Mõlemal juhul ei olnud inglise keelest arusaamine takistuseks ning ette olid antud vastusevariandid. Ülesanded olid jällegi juba algkujul esitatud, nagu ka madalalt hinnatud mängude puhul.

Oma kommentaarides tõid õpilased korvpallimängu puhul välja, et peale õigesti vastamist sai kohe midagi mängida. Ühele õpilasele meeldis ka võimalus mängija

riietuse värvust vahetada. Laevade pommitamise mängu puhul kasutati kaks korda sõna "*lahe*". Negatiivseks peeti seda, et arutamist oli liiga palju. Ilmselt tekkis huvi mängu vastu kui vaenlase laevale pihta saadi ning taheti kiiresti edasi mängida, kuid võrrandi lahendamise kohustus iga tabamuse korral vähendas tekkinud hasarti. Vastupidiselt arvas üks õpilane, kellele meeldis mängu kiirus ning lihtsad arvutused. Tema arvates oli mäng "*väga lähedalt kokku pandud*".

Lineaarvõrranditega seotud rakendusi katsetas üks õpilane, kellel oli võimalus need oma nutiseadmesse allalaadida. Teda intervjuuerides tuli välja, et rohkem meeldis talle esimene, "*x=1: Spielerisch Mathe lernen!*", kuna selle puhul sai võrrandi liikmeid näpuga tõsta üle võrdusmärgi ehk sai rakendada seda lahendamise meetodikat, mida Eesti koolides tavapäraselt õpetatakse. Positiivsena tõi ta välja, et niimoodi tegutsedes saab paremini lahendamise põhimõttest aru ning abistamiseks olid ka juhendid. Siiski ei olnud tegemist mänguga ning tema arvates oleks võinud rohkem olla mängulisust, näiteks punktide teenimise võimalust ja eesmärki etteantud punktitasemele jõudmiseks. Uurides, mis võiks rakenduses teisiti olla, et õpilased seda rohkem kasutaksid, pakkus ta välja omavaheliste võistlemise edetabelite näol. Tema arvates oleks põnev ennast võrrelda teiste õpilastega ning miks mitte ka teenida hindeid või lausa auhindu üle-eestiliste võistluste puhul.

Teise rakenduse puhul tõi õpilane koheselt välja, et ta ei ole harjunud sellise lahendusviisiga. Antud rakenduses õpetati võrrandi lahendamist kaalude metafoorina, kus vabaliikmeid ja tundmatut esindasid erinevad kaaluvihid ning lahenduse leidmiseks tuli mõlemalt poolt järjest ära võtta ühesuguseid vihte. Siiski talle meeldis graafiline pool: taust oli mitmekülgne ja huvitav, samas mitte väga kirju. Suure plussina tõi ta välja õppevideote olemasolu ja raskustasemetel edenemise võimaluse. Tema kindlasti eelistab pikkade juhendite lugemise asemel selgitavaid videosid. Lisaks pidas ta positiivseks fakti, et tegemist ei olnud ekraanivideotega, vaid reaalne inimene selgitas, kuidas võrrandeid lahendada.

Tema sõnul võiks selliseid rakendusi olla rohkem ja eesti keeles (kuigi temal inglise keelest arusaamisega raskusi ei olnud), et kõikidel õpilastel oleks võimalus iseseisvalt harjutada. Nutiseadmetele mõeldud rakendusi kasutataks tema arvates

rohkem kui arvutimänge, kuna suurem osa õpilastest “*elavad nagunii oma telefonides*” ning süle- või lauaarvuteid kasutatakse vähem.

3.2. Tundide analüüs

1. Sissejuhatav tund

Sissejuhatav tund tundus õpilastele huvitav. Hea mängu omadustest rääkides olid õpilased väga aktiivsed rääkima, mis neile mängude juures meeldib ja mis mitte. Eriti aktiivselt osalesid selles arutelus poisid. Tundus, et üksteise pakutud omadustega oldi nõus, sest ühtegi vastuväidet tahvlile kirjutatu vastu ei esitatud ning üksteise mõtteid arendati edasi. Õpilased olid rahul, et seekord oli neil vabadus ise rühmad moodustada (eeldusel, et tekib vähemalt kolm rühma). Mõnede õpilaste vahelised suhted ei ole väga sõbralikud, seega seekord ei pidanud loosi tahtel ühes meeskonnas olema.

Tunni lõpus asuti esimesi ideesid arutlema ja kirja panema. Oli näha, et kõigil oli juba mõtted tekkinud, kuna kõik õpilased olid kaasatud enda rühma arutellusse ning keegi paistnud kõrvale jäetud olevat.

Selle tunni oleks võinud läbi viia arvutiklassis mõnda sõnapilve rakendust kasutades, et õpilased oleksid selles etapis rohkem aktiivsemalt kaasatud olnud.

2. Olemasolevate mängudega tutvumine ja hindamine

See tund toimus arvutiklassis, kus iga õpilane individuaalselt tutvus autori kogutud mängudega ning hindas neid. Tunni alguses räägiti neile üle, miks seda tegevust tehakse: lisaks hinnangute saamisele ka nendele ideede tekkimiseks. Üks õpilastest mainis, et muidu tavaliselt tunni ajal ei tohi arvutis mängida, siis nüüd lausa peab. Selles tunnis oldi aktiivsemad kui tavaliselt, õpilased töötasid mõttega ning tahtsid pidevalt arutleda. Muljeid vahetati nii omavahel kui ka autorit kutsudes ning talle rääkides, mis meeldib ning mis mitte antud mängude juures.

Iga mängu puhul pidi õpilane seda ankeedis hindama skaalal 1-5 ning lisama lühikese põhjenduse. Hiljem võis nende vastustest näha, et mängude kirjalik kommenteerimine väga huvi ei pakkunud. Põhjendused olid väga napisõnalised, üks õpilane kordas ühte ja sama lauset kõikide mängude puhul: *“sest mulle ei meeldi matemaatika”*. Selle peale autor eeldas, et ka mängu on ta hinnanud ühesuguselt ja läbi mõtlemata, kuid nii see siiski ei olnud. Sama õpilase ankeedi vastuseid vaadates oli mängu hinnatud siiski erinevate punktidega.

Positiivne oli ka see, et mitmel õpilasel tekkis mõtteid uue mängu kontseptsiooniks, kuid mida nad siiski valmis ei teinud. Ilmselt ei soovitud üksi lisatööd teha

Tunni lõpus pidi jälle oma rühmaga korra koos oma ideesid edasi arendama. Negatiivsena võib välja tuua kolme õpilase puudumise sellest tunnist, mistõttu kahel rühmal oli kohal ainult üks liige. Seega rühmas oma ideede arutlemine jäi nende puhul ära.

3. Esialgse kontseptsiooni koostamine

See tund toimus samal päeval kui eelmine mängude hindamise tund. Esialgse plaani kohaselt oleks pidanud see ainult ühe tunni kestma, kuid igast rühmast oli liikmeid puudu, kes osalesid sel päeval spordivõistlusel. Seetõttu võimaldati klassile järgmisel päeval üks lisatund, et oma rühmatööga tegeleda. Pärast tunde kokkusaamine on nendel õpilastel keeruline, kuna elatakse erinevates asulates ning mõnel puudub kodus internetivõimalus, et sellepõhiselt koostööd jätkata.

Mõlemal päeval sai rühm olla omaette klassis, autor käis aeg-ajalt klassides rühmade edasijõudmist jälgimas.

Õpilaste tagasiside nendele kahele tunnile oli nii positiivne kui ka negatiivne. Positiivseks peeti seda, et rühmad said täiesti omaette olla ning rahulikult arutleda. samas tunnistasid poiste rühmad, et tegelikult räägiti palju ka muud juttu ning kõik liikmed ei panustanud võrdselt. Samuti toodi välja esimesest tunnist paljude rühmaliikmete puudumine, mistõttu kaaslastega ei saanud arutleda ning töö ei liikunud justkui edasi.

4. Vaheesitlemine

Selles tunnis samuti autor ei osalenud, vaid rühmad esitlesid oma esialgset tööd matemaatika tunnis õpetajale ja kaaslastele. Üksteisele anti suuliselt tagasisidet. Hiljem autor intervjueris tundi läbi viinud õpetajat. Tema arvates olid rühmade ideed põnevad, kuid puudusena tõi välja vähese seotuse matemaatikaga. Õpilased olid suurt rõhku pannud taustaloole, kuid ei olnud välja toonud, kuidas matemaatilised oskused lineaarvõrrandite lahendamise puhul areneda võiksid. Seega õpetaja soovitas rühmadel seda osa oma tööst täiendada.

Probleemiks oli neljaliikmelisest poisterühmast kahe liikme puudumine. Tuli välja, et üks puuduvatest liikmetest oli see, kes rühma esialgse kontseptsiooni oma Drive'i dokumenti kirja pani, kuid ei olnud seda teiste liikmetega jaganud ning kohalolijatel ei olnud väga hästi meeles, mis neil täpselt kokku lepitud oli. Eelmisest tunnist oli möödunud neli päeva. Seetõttu ei saanud matemaatika õpetaja täpselt aru, milline nende mänguidee oli ning ka täpsemaid soovitusi või tagasisidet ei saanud ta anda.

Õpilastelt selle tunni kohta arvamusi küsides oli suhtumine nii ja naa. Mõne arvates oli huvitav teisi kuulata, mõne arvates jällegi mitte väga. Tagasiside üksteisele oli olnud pealiskaudne ning soovitusi või parandusettepanekuid ei tehtud. Üheks põhjuseks võis olla huvi puudumine teiste tööde vastu või hoopis ülesande uudsus. Siinkohal oleks saanud kasutada väliseid motivaatoreid, näiteks küsijal või kommenteerijal on võimalus hinne teenida. Selle, kes hinde saab, otsustaks meeskond, kellele küsimusi või ettepanekuid tehakse.

5. Esitlemine ja refleksioon

Oma kontseptsiooni lõpetamine jäeti rühmadele kodutööks. Esitlemine toimus neli päeva hiljem. Esitlemise viisi võisid kõik vabalt valida.

Tüdrukute rühm tegi esitluse slaididena, ülejäänud lihtsalt rääkisid klassi ees ilma illustreeriva materjalita. Õpilased tõid välja, et neil oli samal ajal ka kahes teises aines vaja slaidiesitlusi koostada, mistõttu poisterühmad valisid lihtsalt suulise ettekandmise. Kuna ühele ajale oli sattunud mitu esitlust nõudvat ülesannet, siis poiste jaoks oli seda liiga palju ning puudus motivatsioon taolist asja veel teha.

Valminud kontseptsioonides polnud ühegi rühma töös lineaarvõrrandite näiteülesandeid. Projektitundide alguses suunas autor neid otsima ka illustreerivat materjali, mis sobiks kokku nende mänguideega ning milline võiks mõni stseen nende mängust välja näha. Ka seda polnud ükski rühm teinud.. Võib järeldada, et õpilastele meeldis oma mänguideed välja mõelda ning teistega arutada, kuid põhjalikumalt viimistlemine ei olnud keegi valmis. Põhjendusena toodi, et nende nüanside lisamine ununes, kuna oli palju muid kodutöid ning mõni liige ei olnud piisavalt kaasa töötanud. Neljaliikmeliste rühmade puhul jäeti viimane viimistlemine ühe liikme kanda, seega osa vastutusest jäeti tema õlule.

Pärast esitlusi ning arutelu täitis iga õpilane individuaalselt ning anonüümselt tagasiside ankeedi, kus esimeses osas pidi hindama, kui võrd nõus oli ta esitatud kümne väitega ning teises osas oma sõnadega kirjeldama, mis kogu protsessi juures meeldis või ei meeldinud, kuidas rühmatöö sujus jne.

Enne tagasiside analüüsi tutvustatakse valminud kontseptsioone ning vaatluse teel hinnatud rühmatöö protsessi.

3.3. Rühmatööde tulemused

Üks rühm moodustus neljast poisist. Rühma sattusid klassi kaks kõige tagasihoidlikumat poissi, üks tähelepanuhäirega poiss ja neljandat liiget võib iseloomustada kui hea õppeedukuse ja käitumisega poiss. Omavaheline koostöö tundus aga grupis sujuvat hästi. Nende rühm oli kõige aktiivsem, kes juba sissejuhatavas tunnis paberile väga palju ideesid kirjutasid. Oma aruteludes oldi väga elavad ning esialgsel vaatlusel tundusid kõik liikmed aktiivselt panustavat.

Nende rühm jäi kõige rohkem oma esialgse idee juurde ning täiustas seda edasi. Sissejuhatava tunni lõpuks leppisid nad kokku, et nende mängu žanriks saab olema põgenemisruum (*escape room*). Esialgseks ideeks oli põgenemisruumi mäng 100 korruselisest majast, kus ukse avamiseks ja korruselt alla saamiseks tuleb lahendada erinevaid ülesandeid, nii võrrandite lahendamist kui ka loogikat ja tähelepanu vajavaid. Iga korrusega lähevad ülesanded keerulisemaks.

Läbi järgnevate tundide nad veel täiendasid oma tööd ning jõudsid mängu keskkonna muutmiseni. Žanr jäi neil samaks, kuid tegevuskohaks oli nüüd koolimaja. Mängu põhimõtteks oli, et õpilane on jäetud matemaatikas pärast tunde. Kuna ta aga arvutada ei taha, siis võimaluse tekkides ta hiilib klassist välja. Koolist välja jõudmiseks peab kasutama erinevad tubasid, mille uste avamiseks peab lahendama ülesandeid. Ülesanneteks on nii lineaarvõrrandite lahendamine kui ka muud loogikat nõudvad ülesanded. Mängus on võimalik teenida ka münte, mida saab vastuste või vihjete vastu vahetada. Rohkemate müntide teenimiseks peab lahendama keerulisemaid ülesandeid, näiteks teksti järgi võrrandi koostamine ja lahendamine.. Koolimaja uksele lähemale jõudes lähevad ülesanded keerulisemaks ning kõige raskemal tasemel hakkab ringi liikuma matemaatika õpetaja, kes õpilast taga otsib. Tema eest tuleb end peita. Ülesleidmisel viib õpetaja mängija algsesse klassi tagasi, kus talle näidatakse õppevideot ning tuleb uuesti alustada.

Nende rühmatöö alguses olid kõik neli liiget aktiivsed ja asusid kiiresti tööle. Kolmandas etapis, kus oli tarvis kirja panna juba mängu täpsem kirjeldus, oli näha, et tagasihoidlikum liige on tahaplaanile jäänud. Samas kui tähelepanuhäirega poiss oli siiani ülesandest haaratud ning arutles teistega väga elavalt sisulistel teemadel.

Nende tööprotsessi pidi autor väga vähe sekkuma, kuna nad väga aktiivselt juhtisid enda tööd ise. Üle tuli selgitada mõningad mõisted (nt žanr) ning veidi suunata rohkem matemaatilise osa lisamisesse enda töösse.

Valminud kontseptsioon sai kaaslastelt positiivset tagasisidet. Nende arvates tundus mängu taustalugu põnev ning mängus esitatavad ülesanded mitmekülgsed. Kahjuks olid puudu näiteülesanded, mille põhjal oleks saanud täpsemini hinnata kuivõrd loodud mäng aitab kaasa lineaarvõrrandite lahendamise oskusele. Siiski jättis selle mängu kirjeldus autorile ning selle klassi matemaatika õpetajale kõige parema mulje. Ilmselt seetõttu, et ka mängukeskkond oli kooliga seotud, kuid humoorikas võtmes. Kindlasti võiks mängijatele tunduda põnev õpetaja eest põgenemine. Õpilased olid ise väga rahul oma mängu “püandiga”: “...õpilane ei tahtnud matemaatika ülesandeid järeleaitamistunnis lahendada ning seetõttu põgeneski, kuid majast välja saamiseks peab ta seda siiski tegema,”. Autori hinnangul on selles mängus kõige

rohkem arvestatud matemaatika õpitulemuste aspektidega, seda nii keskkonna kui ka sisu poolest. Rühm oleks võinud täpsemalt kirjeldada mängus kehtivaid reegleid ja seoseid, lisada ka näiteülesandeid.

Järgmises rühmas oli kaks poissi, kes paaris- või rühmatööde puhul soovivad alati koos töötada. Omavahel on nad head sõbrad ka väljaspool kooli. Seetõttu on nende läbisaamine hea. Sissejuhatavas tunnis olid mõlemad liikmed kohal, mängude hindamise ning esimesest kontseptsiooni koostamise tunnist üks liige puudus. Kohalolev liige püüdis küll üksi mõtteid kirja saada, kuid oli näha, et tal oli üksi raskusi. Temaga arutledes tuli välja, et mõlemad liikmed olid ülesande püstitusest valesti aru saanud. Nende arvates tuli koostada üleüldiselt matemaatikat sisaldav õppemäng, mitte konkreetselt lineaarvõrranditele keskenduv. Teises kontseptsiooni tunnis olid mõlemad liikmed kohal ning asusid koos uuesti tööle.

Nende ideeks oli virtuaalmaailma metsa keskkond, kus mängija ärkab ja peab ellu jääma püüdes loomi ning ehitades varjualuseid. Tegemist on mitme mängijaga internetipõhine maailmaga, kus saab teiste mängijatega koos tegutseda.

Rühm eristas kolm erinevat taset. Kirjalikust kontseptsioonist ei olnud arusaadav, kuidas need erinevad tasemed mängus välja tulevad, kuid esitlemise käigus selgitasid nad, et paremate relvade ning parema ehitusmaterjali kautamiseks tuleb lahendada erineva raskusega ülesandeid. Esimesel tasemel lahendatakse lihtsaid võrrandeid, teisel tasemel tuleb lihtsa teksti järgi võrrandid koostada ning kolmandal tasemel keerulisemate tekstide järgi.

Kontseptsioonis kasutas rühm sõna “lineaarvõrrandid” asemel sõna “valemid”, mis näitas, et kirjutaja ei olnud saanud aru nende kahe mõiste erinevusest. See on väga tähtis avastus, kuna näitas, et rühm keskendus taustaloo paika panemisele, aga mitte matemaatilise poole sidumisele.

Üldistades oli nende kirjutatud kontseptsioon väga napisõnaline ja lühike. Näitena võib tuua nende kirjutatud kogu taustaloo: *“Et sa ärkad metsas sul pole midagi ja sa hakkad ennast arendama.”*

Viimasesse rühma koondusid klassi kõik neli tüdrukut. Rühm alustas oma tööd kõige suurema elevuse ja positiivsusega. Juba esimestes tundides tekkis neil palju mõtteid ning liikmed osalesid aktiivselt aruteludes. Jällegi puudus mängude hindamise tunnist ning kontseptsiooni valmistamise esimesest tunnist mõnede rühmade liikmeid. Kohal olnud õpilasega vesteldes jäi mulje, et oli töötamas mängu ideede kallal ning arutles hea meelega oma tekkinud ideede üle. Sissejuhatavas tunnis olid rühma liikmed juba kokku leppinud peamistes taustaloo punktides, mistõttu ei tundnud autor nende töö valmimise üle väga muret. Järgmistes tundides osalesid kõik õpilased. Rühmaga vesteldes tuli välja, et nad olid rühma koosseisuga väga rahul ning olid üllatunud, kui üksmeelsed nad olid.

Kõige esimese ideena sissejuhatava tunni lõpus avaldasin nad arvamust, et nende mäng võiks olla päris maailmale sarnane virtuaalmaailm, kus saab erinevates kohtades käia, näiteks poodides või mängusaalides, ning raha teenimiseks peab lahendama lineaarvõrrandeid. Järgmisel tunnil ainukese kohal olnud liikmega vesteldes tuli välja, et rühm oli oma ideesid arutanud ka pärast tundide lõppu ning otsustanud veidi teist teed minna oma ideega.

Nende lõplikus kontseptsioonis oli mängu taustalooks järgnev: *“Peategelase ema pannakse hullumajja, peale paljude hullude tegevuste ja vägivallatsemise. Peategelane tahab oma ema päästa ja läheb hullumajja. Haigla arstid välistavad ema vabaks laskmise ja peategelasel ei jää midagi muud üle kui minna ise haiglasse ja lasta endale hullu diagnoos panna. Tegevus algab haiglavoodis. Mees hakkab haiglas ringi vaatama ja juhtlõngu ema juurde otsima, kuid ta peab ka ise olema valvel, et ta arstidele vahele ei jääks. Ustest saab edasi matemaatiliste arvutustega.”* Reeglite ja mängu elementidena panid nad kirja: *“Haigla toimikud, patsientide info, ravimid mida antakse, rahusti süstlad(saab kasutada), haigla arstid, valvurid, trellid akendel ja ustel, palatis mingid peidukad (palat on nagu safehouse, saad sinna minna kui oled vigastada saanud, saab mängu salvestada ja vahetevahel saab sealt abistavaid vahendeid, näiteks rahusteid), hallutsinatsioonid mingitest inimestest või asjadest, ratastoolid, hullusärgid, mille saab ise lahki muukida seljatagant, paberitelt, seintelt, teistelt patsientidelt saab arvutuseks vajalikke vihjeid ja arve.”*

Selle rühma kontseptsioon oli kõige rohkem lahti kirjutatud, kõige rohkem oli ka elementide näiteid toodud. Rühma intervjuuerides tõid nad välja, et lõplik mänguidee tundus neile põnevam ning seda mängiksid ka teised õpilased võibolla parema meelega.

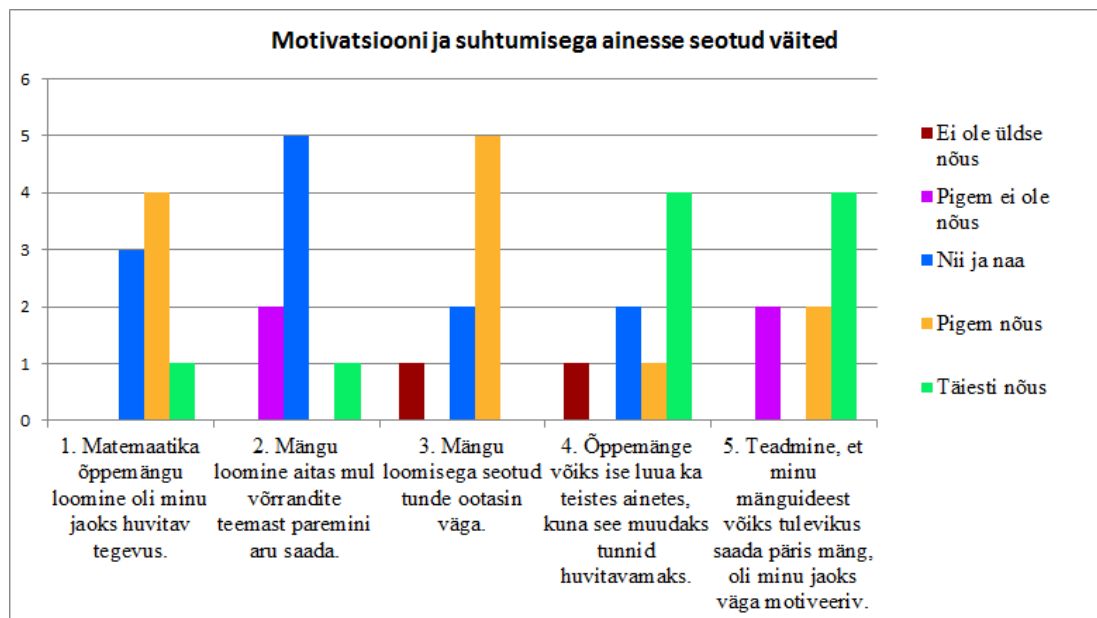
Matemaatika õpetaja tagasiside nende tööle oli sarnane esimestele rühmadele. Idee tundus põnev, kuid oleks võinud olla rohkem matemaatilist sisu ja näiteülesandeid.

3.4. Tagasiside analüüs

Järgnevalt antakse ülevaade tagasiside ankeedis esitatud väidetest ning nende vastustest. Tulemusi analüüsitakse kahest vaatenurgast: (a) motivatsioon ja ainesse suhtumine ning (b) rühmatöö kogemus.

Motivatsioon

Seda aspekti saab hinnata tagasiside küsimustiku 1., 2., 3., 4, 5. ja 6. väidete järgi. Õpilaste vastused on vastavalt näha joonisel 2, kus vertikaalne telg kujutab õpilaste arvu ning horisontaalsel teljel väited 1-6..



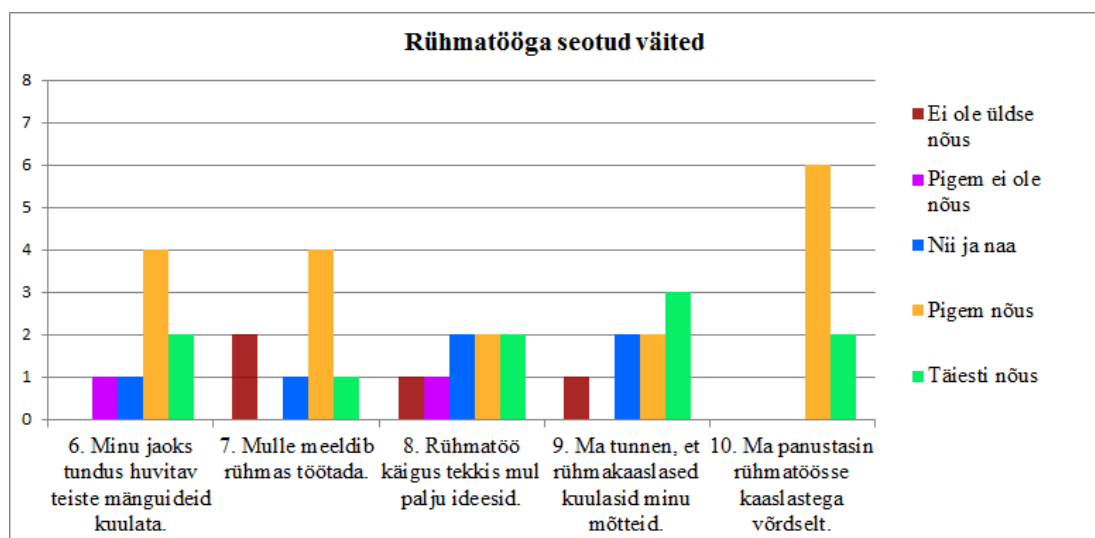
Joonis 2. Õpilaste hinnangud väidetele 1-5.

Kõik õpilased reageerisid positiivselt väitele, et matemaatika õppemängu loomine oli nende jaoks huvitav kogemus ning õppemänge oleksid nad valmis looma ka teistes ainetes. Vaid üks õpilane ei olnud üldse nõus väitega, et õppemänguga seotud tundes ootas ta väga. Tema tõi põhjuseks oli vastumeelsus rühmas töötamisele. Üle poole klassist (5 õpilast) oli pigem nõus ning kaks õpilast ei võtnud kindlat seisukohta ning jäid kahe vahele. Siiski võib üldistada, et enamiku suhtumine oli positiivne ja õpilased olid motiveeritud tundides osalema. Nagu teoreetilises osas sai välja toodud, on õpilase motiveeritud seotud aine arusaamisega. Seda sooviti teada saada teise väitega. Vaid üks õpilane oli täielikult nõus, et õppemängu loomine aitas tal lineaarvõrrandite lahendamises paremini aru saada. Kaks õpilast leidsid, et pigem mitte ning ülejäänud 5 jäid jällegi kahe vahele.

Projekti alguses sai õpilastele selgitatud võimalust, et tulevikus võib nende kontseptsioonist reaalne mäng saada. Sellega sooviti teada, kas see võimalus mõjutab õpilaste motivatsiooni antud ülesandega põhjalikumalt tegeleda. Huvitaval kombel ei olnud selle väite puhul ükski õpilane kahe vahel. Kaks vastanut väitsid, et neid see pigem ei motiveerinud, kaks õpilast arvasid, et neid see teadmine pigem motiveeris ning 4 vastanut ehk 50% vastanud õpilastest leidis, et antud väitega olid nad täiesti nõus.

Rühmatöö analüüs

Rühmatöö hindamiseks analüüsiti tagasiside küsimustiku väidete 6-10 hinnanguid (joonis 3).



Joonis 3. Õpilaste hinnangud väidetele 6-10.

Selles projektiõppes said õpilased ise otsustada mitmekesi ja kellega nad koos töötavad. Moodustusi kolm rühma, kus ühes oli kaks poissi, teises ülejäänud neli poissi ning kolmandas klassi kõik neli tüdrukut.

Tagasidest tuli välja, et kahele õpilasele rühmatööd üldse ei meeldi. Üks õpilastest oli kahtleval seisukohal, neljale ehk poolele vastanutest pigem meeldib rühmas töötada ning üks õpilane oli antud väitega täiesti nõus. Kõige ühtlasemalt olid hinnangud jaotunud 7. väite puhul, kus väideti, et rühmatöö käigus tekkis õpilasel palju ideesid. Ilmselt tuleb see hajuvus väite erinevatest tõlgendusvõimalustest (kui palju on palju?). Lisaks on individuaalsetest vastustest näha, et vähem olid selle väitega nõus need kaks õpilast, kellele rühmas töötamine ei meeldinud. Tegevuse mittemeeldimine väljendus ka ideede vähesuses.

Väitega *“Ma tunnen, et mu rühmakaaslased kuulavad minu mõtteid.”* olid täiesti nõus kolm õpilast, pigem nõus kaks õpilast ning “nii ja naa” valisid samuti kaks õpilast. Vaid üks õpilane ei nõustunud üldse selle väitega. Õpilane, kes ei olnud selle väitega üldse nõus, oli sama, kellele rühmas töötamine üldse ei meeldinud ning kellel enda hinnangul pigem ei tekkinud palju ideesid. Kas selle põhjuseks võis olla tema enda tagasihoidlikkus, tahtmatus kaasa teha või rühmakaaslaste liigne domineerimine, ei ole teada. Huvitaval kombel hindas see õpilane oma panust rühmatöösse teistega võrdseks. Üldiselt olid kõik õpilased nõus, et nad panustasid oma rühmakaaslastega võrdselt. Sellise hinnangu põhjuseks võib olla õpilaste realistlik hinnang olukorrale või tahtmatus tunnistada enda vähest panust.

Tagasiside ankeedi teises osas said õpilased vabas vormis esitada oma üldist arvamust õppemängu loomise projektiõppe kohta. Kõige rohkem toodi välja, et tekkis palju mõtteid, töötati koos ning kuulati teisi. Probleemidena toodi välja, et ühes rühmas oli liiga palju liikmeid ning teises vastuses mainiti, et üks rühma liige ei töötanud kaasa. Siiski üleüldine mulje oli õpilastel positiivne.

4. Arutelu

Läbiviidud uuringu üheks uurimisküsimuseks oli, milliseid elemente peavad õpilased mängude juures oluliseks. Õpilased pidasid hea mängu juures kõige olulisemaks mängu taustalugu ja eesmärke, lisaks head heli ja graafika taset, mida on nimetanud oluliseks ka Prenzky (2001), Kiili (2005) ning Amory et al (1999). Mängu kontseptsiooni loomise puhul kirjeldavadki õpilased eelkõige lugu, mis sisaldab mängu eesmärke ning reegleid.

Õpilaste hinnangutest ja tagasisidest tuli välja, et õppemängud muudavad atraktiivsemaks rohkemate mänguliste elementide olemasolu, sealhulgas erinevatele tasemetele jõudmine ja võimalus muuta mängukeskkonda nagu näiteks mängijat riietuse värvust. Kõige kõrgemalt hindasid õpilased mängu, kus matemaatika ülesande lahendamine oli takistuseks, kuid mäng ise ei olnud otseselt selle ainega seotud. Siit saab järeldada, et õpilastele meeldis füüsiline väljakutse arvusülesannete vahel.

Läbiviidud uuringust lähtuvalt võib väita, et õppemängude kasutamine matemaatikas on üheks võimaluseks tunde mitmekesisemaks muuta ning õpilastel harjutada oma teadmisi omas tempos, kuna projektiõppe käigus läbiviidud mängude hindamise tund oli õpilaste jaoks põnev ning kaasahaarav. Huvi aine vastu tõstab motivatsiooni sellega tegelemiseks, mis omakorda suurendab tõenäosust ainega põhjalikumalt tegeleda ning paremaid tulemusi saavutada (Burguillo, 2010; Ebner & Holzinger, 2007; Harris & Reid, 2005). Lisaks saab huvitava tulemusena järeldada, et kuigi õpilaste arvamuse kohaselt peab heas mängus olema põnev taustalugu ja missioon ning nad eelistaksid mängida virtuaalmaailmas strateegiamänge, hindavad nad võrdlemisi kõrgelt ka lihtsaid drillimismänge. Seega on drillimismängud täiesti arvestatavad vahendid õppimise huvitavamaks muutmisel.

Selgelt tuli tagasisidest välja, et on puudus eesti keelsetest mängudest. Ka üldiselt madalama hinde saanud õppemäng oli mõne õpilase arvates huvitav, kuid probleemina toodi välja inglise keele mitteoskamine. Võib uskuda, et õpilaste poolt hinnatud mängud oleksid saanud kõrgemaid hindeid kui need oleksid olnud eestikeelsed.

Loodud mängude kontseptsioonidest kaks kirjeldasid virtuaalmaailma, kus mängu läbimiseks pidi mängija leidma erinevaid strateegiad erinevate takistuste ületamiseks. Ühe rühma idee oli põgenemisruumi žanriga mäng. Grosi (2007) liigituse järgi saab järeldada, et õpilastele meeldivad kõige rohkem põnevus- ja strateegiamängud, mis tuli välja ka Amory et al (1999) uuringust.

Õpilaste tagasisidest sai järeldada, et antud projektiõpe oli neile meeldivaks kogemuseks ning paljud neist oleksid valmis õppemänge looma ka teistes ainetes. Lisaks oldi enamasti nõus väitega, et õppemängu loomisega seotud tunde oodati. Seega võib autori arvates antud uuringu põhjal väita, et õpilaste suhtumine matemaatika ainesse oli selle tegevuse ajal positiivne ning õpilaste motivatsioon ainega tegeleda oli tõusnud. See järeldus ühtib ka teiste uuringutega (Dondlinger, 2007; Prayaga & Coffey, 2008; Vos, Meijden ja Denessen, 2010; Prensky, 2008). Ka Maadvere (2013) leidis, et õpilaste hinnangud mängude loomisele olid positiivsed. Probleemina tuli uuringust välja, et mõnel juhul ei jagata rühmatöö käigus tekkivat materjali kõigi rühma liikmetega, mis tekitab raskusi kui materjali omav liige puudub. See on kindlasti aspekt, mida rühmatöid kasutav õpetaja peab läbi mõtlema. Üheks võimaluseks oleks selliste tingimuste esitamine õpilastele kirjalikult, et nad saaksid ise jälgida, kas kõik nõutud tegevused on tehtud. Sellised tingimused võib esitada pikemate rühmatööde käigus ka etapiliselt, näiteks: *“Tänase tunni lõpuks peab teil olema alustatud ühine dokument, mis on jagatud kõigi rühmaliikmete ja õpetaja vahel”*. Tingimuste täitmist saab võtta aluseks ka rühmatöö hindamisel, lisaks valmiva töö hindamisele (juhul kui lõpp-produkti hinnatakse).

Sellest uuringus osalenud õpilased olid arvamusel, et nende arusaamine lineaarvõrrandite lahendamisest paranes, kuid antud uuringu järgi seda kindlalt väita ei saa. Selle aspekti hindamiseks oleks pidanud läbi viimana eel- ja järelteste või kasutama kontrollgruppi nagu tegid Vos, Meijden ja Denessen (2010). Autor

järeldab rühmatööde analüüsist, et õppemängu kontseptsiooni loomine pigem arendas nende koostöö ja arutlemis- ning analüüsivõimet, mida on leidnud ka teised autorid (Prayaga & Coffey, 2008; Vos, Meijden ja Denessen, 2010; Kafai, 2006; Prensky, 2008).

Selleks, et areneksid õppemängu aluseks oleva teemaga seotud oskused, oleks kasulikum lasta õpilasel mängu ülesanded ise koostada, mille käigus peab ta endale selgeks tegema õiged ja valed lahendused, mis tähendab, et õpitu mõeldakse sügavamalt läbi. (viide juurde panna). Õpilaste koostatud õppemängud võiks koondada kokku ühte keskkonda, kus teised õpilased saaksid neid katsetada ning kasutada oma teadmiste kordamiseks ja kinnistamiseks. Nagu juba ülevalpool mainitud, on kindlasti olemas vajadus eestikeelsete õppemängude järgi, mille loomine oleks kasulik nii mängude loojatele (sügavam õppimine) kui ka kasutajatele.

Alati on õpilasi, kes ei eelista rühmas töötamist, nagu ka selgus sellest uuringust, kuid koostööoskus on pädevus, mida riikliku põhikooli õppekava järgi tuleb koolides arendada. Seetõttu tulebki õppetöös kasutada erinevaid võimalusi õpilaste kaasamiseks. Kindlasti on projektiõpe selleks hea võimalus. See muudab õppimise mitmekesistamiseks ning annab võimaluse kõigi õpilaste kaasamiseks.

Käesolevast uuringust võis järeldada, et rühmatöö oskused on samuti aspekt, millega õpetajad peaksid rohkem tegelema. Õpilastel võib tekkida raskusi tööde jaotamisega, mille tagajärjel mõni õpilane ei pruugi töösse panustada sama palju kui teised. Kui igal õpilasel on oma ülesanne, teab ta paremini, millised on tema ülesanded ning millist panust temalt oodatakse ülesande edukaks lahendamiseks. Sama probleem tuli välja ka Maadvere (2013) tööst, kus projektiõpet läbiviinud õpetajad leidsid, et rühmades olid probleeme rollide jaotamisega.

Käesolev uuring oli teostatud väikese mugavusvalimiga, mistõttu ei saa teha üldistusi. Kuid autor julgeb väita, et projektiõppe ja õppemängude loomine õpilaste poolt on viisid, mida õpetajad võiksid kasutada. Seda kinnitavad nii teoreetilised kui ka praktilised uuringud erinevate autorite poolt läbiviiduna, keda ka käesolevas töös on allikmaterjalina käsutatud..

Vajadus on täiendavate uuringute järgi, kes käsitleksid nii projektiõppe kui ka õppemängude ise loomise mõjusid õpilaste motivatsioonile kui ka õppetulemustele. Kindlasti on see Eestis veel põhjalikult uurimata ning huvi selle vastu on olemas. Ühe osana sellistest uuringutest saaks koolitada rohkem õpetajaid, kes antud tegevusi oma õpilastega rakendaksid.

Kokkuvõte

Magistritöö eesmärgiks oli läbi viia projektiõpe, mille käigus 7. klassi õpilased koostasid rühmatööna lineaarvõrranditega seotud õppemängude kontseptsioonid, et hinnata, kas selline tegevus võiks olla vahendiks õpilaste motivatsiooni ja ainesse positiivse suhtumise tõstmiseks. Lisaks uuriti, millised on atraktiivse õppemängu elemendid, kuidas õpilased hindavad olemasolevaid lineaarvõrranditeemalisi mängu ning analüüsisiti rühmatöö protsessi ja selle tulemusena koostatud kontseptsioone.

Uuringu käigus selgusid järgmised tulemused:

1. Õpilased peavad mängudes oluliseks taustalugu, tasemetel edenemise võimalust ning esteetikat (kvaliteetne graafika ja heli).
2. Olemasolevad lineaarvõrrandite teemalised mängud on põhiliselt drillimismängud, kuhu on lisatud mõned mänguelemendid. Õpilased hindasid kõrgemalt neid mängu, kus selliseid elemente oli rohkem.
3. Suuremale osale õpilastest meeldis läbiviidud projektiõpe ning rühmas töötamise võimalus. Nende arvates oli mängu loomine tavapärasest õppimisest teistsugune tegevus ning seda võiks rakendada ka teistes tundides.
4. Probleemina tuli välja rühmaliikmete ebavõrdne panustamine töösse ja vähene tagasiside andmine kaasõpilastele. Probleemine vähendamiseks on vajadus õpilasi rohkem juhendada rühmatöö protsessis ning konstruktiivse tagasiside andmisel.
5. Ainealaste tulemuste parandamiseks peaksid õpilased koostama kindlasti ka (näite)ülesanded, et õpitav teema oleks õpilase poolt rohkem läbimõeldud ja analüüsitud.
6. Õpilased näevad vajadust eestikeelsete õppemängude järele, et ka võõrkeeli mitteoskavad õpilased saaksid mängu kasutades iseseisvalt harjutada.

Uuringu läbiviimise käigus kaardistati internetist leitavad tasuta kättesaadavad õppemängud lineaarvõrrandite teemal, mida on matemaatika õpetajatel võimalik kasutada oma õppetöös. Kuigi need mängud ei vasta väga täpselt õpilaste kirjeldatud

hea mängu elementidele, hinnati neid siiski kõrgelt ning õpilased pidasid paljusid mänge põnevateks.

Projektipõhine õpe on kindlasti üks võimalus õppetööd rikastada ja õpilaste motivatsiooni tõsta nagu näitasid selle uuringu tulemused. Praegusel hetkel on õppemängude koostamist ja projektipõhist õpet veel vähe uuritud, mistõttu on vajadus rohkemate uuringute järgi.

Summary

Title: Project-Based Learning: Conceptual Design of Equation Solving Learning Game by Eidapere School's 7th Grade Students

The purpose of this magister thesis was to execute project-based group work where 7th grade students designed game concepts regarding linear equations. The aim was to evaluate whether such activity would increase student motivation and positive attitude towards math subject. In the process students defined the key elements of a good (learning) game and graded existing games on linear equations. The group work process and final game concepts were analysed.

As a result the existing linear equations related games were mapped for other teachers to use. Students felt there is a need for learning games in Estonian language so all students could practise regardless of their foreign language skills.

The findings suggest that project-based learning and creating learning games can be a way to increase students' motivation. Students found the activities to be interesting, different from regular school work and most of them enjoyed working as a group.

There is definitely a need for further research in this area for the future to evaluate the impacts of project-based learning and designing learning games on student motivation.

Kasutatud kirjandus

Amory, A., Naicker, K., Vincent, J., & Adams, C. (1999). The use of computer games as an educational tool: identification of appropriate game types and game elements. *British Journal of Educational Technology*, 30(4), 311-321.

Amory, A. (2007). Game object model version II: a theoretical framework for educational game development. *Educational Technology Research and Development*, 55(1), 51-77.

Baş, G. (2011). Investigating the effects of project-based learning on students' academic achievement and attitudes towards English lesson. *The Online Journal of New Horizons in Education*, 1(4).

Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39-43.

Burguillo, J. C. (2010). Using game theory and competition-based learning to stimulate student motivation and performance. *Computers & Education*, 55(2), 566-575.

Conati, C., & Zhao, X. (2004, January). Building and evaluating an intelligent pedagogical agent to improve the effectiveness of an educational game. In *Proceedings of the 9th international conference on Intelligent user interfaces* (pp. 6-13). ACM.

Dempsey, J. V., Lucassen, B., & Rasmussen, K. (1996). *The instructional gaming literature: Implications and 99 sources*. University of South Carolina, College of Education.

Dondlinger, M. J. (2007). Educational video game design: A review of the literature. *Journal of applied educational technology*, 4(1), 21-31.

Ebner, M., & Holzinger, A. (2007). Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. *Computers & education*, 49(3), 873-890.

Eesti elukestva õppe strateegia 2020 (2014). Loetud aadressil <http://hm.ee/sites/default/files/strateegia2020.pdf>

Ehatamm, L. & Rebane, I. (2010). Metoodiline materjal matemaatikas õpiraskustega õpilaste õpetamiseks põhikooli III kooliastmes. Loetud aadressil <http://oppekava.innove.ee/oppematerjalid-opiraskustega-opilastele-matemaatika-7-9-klass/>

Filippatou, D., & Kaldi, S. (2010). The Effectiveness of Project-Based Learning on Pupils with Learning Difficulties Regarding Academic Performance, Group Work and Motivation. *International journal of special education*, 25(1), 17-26.

Gros, B. (2007). Digital Games in Education: The Design of Games-Based Learning Environments. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(1), 23–38

Harel, I., & Papert, S. (1990). Software design as a learning environment. *Interactive learning environments*, 1(1), 1-32.

Harris, J. (2001). *The effects of computer games on young children: A review of the research* (Vol. 72). Great Britain, Home Office, Research, Development and Statistics Directorate.

Harris, K., & Reid, D. (2005). The influence of virtual reality play on children's motivation. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 72(1), 21-29.

Huopola, M. (2014). *Arvutipõhine õppemäng logopeediliseks tööks R-häälilike seadete hääliliseade ettevalmistaval etapil* (bakalaureusetöö, Tartu Ülikool).

Issakova, M. (2007). *Solving of linear equations, linear inequalities and systems of linear equations in interactive learning environment* (doktoritöö).

Kafai, Y. B. (2006). Playing and making games for learning: Instructionist and constructionist perspectives for game studies. *Games and culture*, 1(1), 36-40.

Kaldmäe, K., Kontson, A., Matiisen, K., Pais, E. (2011). *Matemaatika õpik 7. Klassile*. Tallinn: Avita

Ke, F., & Grabowski, B. (2007). Gameplaying for maths learning: cooperative or not?. *British Journal of Educational Technology*, 38(2), 249-259.

Ke, F. (2008). A case study of computer gaming for math: Engaged learning from gameplay?. *Computers & Education*, 51(4), 1609-1620.

Ke, F. (2009). A qualitative meta-analysis of computer games as learning tools. *Handbook of research on effective electronic gaming in education*, 1, 1-32.

Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & education*, 55(2), 427-443.

Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and higher education*, 8(1), 13-24.

Kinzie, M. B., & Joseph, D. R. (2008). Gender differences in game activity preferences of middle school children: implications for educational game design. *Educational Technology Research and Development*, 56(5-6), 643-663.

Kislenko, K. (2015). What makes learning mathematics an enjoyable experience: listening to estonian pupils' voices. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, 4(1).

Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). *Project-based learning* (pp. 317-34). na.

Kuusk, L. (2013). *Projektipõhine õpe teemal " Surm ja lein" toimetulekukoolis* (Doctoral dissertation, Tartu Ülikool).

Lim, C. P., Nonis, D., & Hedberg, J. (2006). Gaming in a 3D multiuser virtual environment: Engaging students in science lessons. *British Journal of Educational Technology*, 37(2), 211-231.

Mitchell, A., & Savill-Smith, C. (2004). The use of computer and video games for learning: A review of the literature.

Mängu loomine. (2012). Loetud aadressil: <http://iteceesti.wordpress.com/3-tsukkel/mangu-loomine/> (12.03.2017)

Piirimaa, K. (2013). *Matemaatiliste õpimängude kasutamine II ja III kooliastme matemaatika tunnis Tartu linna ja maakonna koolide näitel* (Doctoral dissertation, Tartu Ülikool).

Prayaga, L., & Coffey, J. W. (2008). Computer Game Development: An Instructional Strategy to Promote Higher Order thinking Skills. *i-Manager's Journal of Educational Technology*, 5(3), 40.

Prensky, M. (2001). Fun, play and games: What makes games engaging. *Digital game-based learning*, 5, 1-05.

Prensky, M. (2008). Students as designers and creators of educational computer games: Who else?. *British Journal of Educational Technology*, 39(6), 1004-1019.

Põhikooli riiklik õppekava (2014). Riigi Teataja, RT I, 29.08.2014, 20. Loetud aadressil: (<https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014020>)

Pässa, Ü. (2013). *Põhikooli õpilaste sisemine ja väline õpimotivatsioon õpilaste hinnangute põhjal ja selle seos keskmise hindega Harjumaa nelja kooli näitel* (magistritöö).

Sillaots, M., & Maadvere, I. (2013). Students designing educational games. *EAI Endorsed Trans. Serious Games*, 1(1), e7.

Van Eck, R. (2006). Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. *EDUCAUSE review*, 41(2), 16.

Vendik, L. (2015). *III kooliastme õpilaste sisemine ja väline õpimotivatsioon matemaatikas õpilaste hinnangul Raplamaa koolide näitel* (magistritöö).

LISAD

Lisa 1

Tagasiside küsimustik

Kui nõus oled alljärgnevate väidetega? *

	Ei ole üldse nõus	Pigem ei ole nõus	Nii ja naa	Pigem nõus	Täiesti nõus
Matemaatika õppemängu loomine oli minu jaoks huvitav tegevus.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mängu loomine aitas mul võrrandite teemast paremini aru saada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mängu loomisega seotud tunde ootasid väga.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Õppemänge võiks ise luua ka teistes ainetes, kuna see muudaks tunnid huvitavamaks.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teadmine, et minu mänguideest võiks tulevikus saada päris mäng, oli minu jaoks väga motiveeriv.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Minu jaoks tundus huvitav teiste mänguideid kuulata.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mulle meeldib rühmas töötada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rühmatöö käigus tekkis mul palju ideesid.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ma tunnen, et rühmakaaslased kuulasid minu mõtteid.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ma panustasin rühmatöösse kaasklastega võrdselt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Palun kirjelda oma sõnadega, mis Sulle õppemängu loomise ülesande puhul meeldis/ei meeldinud, kuidas rühmatöö sujus, kas liikmete panus töösse oli võrdne jne. *