

Tartu Ülikool
Sotsiaal- ja haridusteaduskond
Haridusteaduste instituut
Hariduskorralduse õppekava

Mari-Liis Kolk

IKT VAHENDITEL PÕHINEVA ÕPPEMATERJALI KOOSTAMINE
MATEMAATIKAS AJUTISTE ÕPIRASKUSTEGA ÕPILASTELE
magistritöö

Juhendaja: Sirje Pihlap (MA)

Läbiv pealkiri:

IKT vahenditel põhinev õppematerjal matemaatikas

KAITSMISELE LUBATUD

Juhendaja: Sirje Pihlap

.....

(allkiri ja kuupäev)

Kaitsemiskomisjoni esimees: Piret Luik (PhD)

.....

(allkiri ja kuupäev)

Tartu 2014

Sisukord

Sissejuhatus	4
Uurimuse teoreetilised lähtekohad	6
Ajutine õpiraskus	6
Matemaatikaalaste õpiraskustega õpilaste õpetamine	8
Infotehnoloogiliste vahendite kasutamine matemaatika tunnis	9
GeoGebra	10
Screencast-O-Matic	11
Hot Potatoes	12
Põhimõtted õpiraskustega õpilastele õppematerjali koostamiseks	13
Uurimuse eesmärk ja uurimisküsimused	14
Metoodika	15
Valim	15
Mõõtevahend	15
Protseduur	16
Tulemused	18
Tegevusuuringu I etapp	18
Tegevusuuringu II etapp	19
Tegevusuuringu III etapp	35
Tegevusuuringu IV etapp	35
Tegevusuuringu V etapp	36
Arutelu	41
Kokkuvõte	44
Summary	46
Tänu sõnad	48

Autorsuse kinnitus.....	48
Kasutatud kirjandus.....	49
LISAD	54
Lisa 1. Tagasiside küsimustik – õpilasele	
Lisa 2. Tagasiside küsimustik – ekspert-õpetajale	
Lisa 3. Õppematerjal on tööle lisatud CD-l	

Sissejuhatus

Õpetamine kolmandas kooliastmes esitab väljakutseid. Õpitava mõistmist raskendab õpilasele ülejõukäiv õppekava, mis on ülekoormatud. Pole siis ime, et probleemid süvenevad põhikooli lõpus (Kikas, 2013).

Eesti Hariduse Infosüsteemi (EHIS) andmetel on 2013/14 õppeaastal märgitud vähemalt üks hariduslik erivajadus 24 749 põhihariduse tasemel õppivale õpilasele, mis moodustab 22 % põhihariduse tasemel õppivate õpilaste üldarvust ja ajutine õpiraskus on märgitud 8 992 põhiharidust omandavale õpilasele, mis moodustab 8 % põhihariduse tasemel õppivate õpilaste üldarvust (EHIS, s.a.).

Tänasel päeval võib abi saada arvutitest, sest varasemates uuringutes on ju leitud, et arvutite kasutamine on avaldanud positiivset mõju õpitulemustele (Baki & Güveli, 2008; Dogan & Icel, 2011; Green, Pinder-Grover, Millunchick, 2012; Luik, 2004; Pihlap, 2006, 2010). Peltenburgi, van den Heuvel-Panhuizeni ja Doigi (2009) uuringu tulemused näitasid ja ka töö autor omab kogemust, et kui kasutada info- ja kommunikatsiooni tehnoloogial (IKT) põhinevat hindamist, sealhulgas dünaamilisi õppematerjale nõrgemate õpilaste puhul, on sellel positiivne mõju õpilaste tulemustele. Oluline on siinjuures probleemide visualiseerimine (Rebane, 2010; Zhang, Ding, Stegall, Mo, 2012), sest kui õpitav asi jääb õpilase jaoks liiga abstraktseks või raskeks, siis ta ei omanda seda (Kikas, 2013). Kuid probleeme on sobiva materjali leidmisega. Tihti peale tuleb neid teha ise, sest arvestad tuleb õpetamisel ja õppematerjali valikul iga õpilase individuaalsusega (Kikas, 2013; Plado, 2005; Rebane, 2009, 2010)

Seega on oluliseks uurimisprobleemiks, kuidas koostada ajutiste õpiraskustega õpilastele sobivaid õppematerjale matemaatikas, mis põhinevad info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) vahenditel. Kirjutatava magistritöö eesmärk on koostada ajutiste õpiraskustega õpilastele õppematerjal matemaatikas, mis põhineb IKT vahenditel. Kirjutaja arvates seisneb tema töö ainulaadsus selles, et loodav õppematerjal koosneb kuuest terviklikust õppekomplektist, mis omakorda sisaldab iga teema kohta ekraanivideot, testi ja töölehti. Autorile teada olevalt ei ole varem selliseid komplekte Eestis loodud. Õppekomplektile annavad tagasisidet: viis 9. klassi ajutiste õpiraskustega õpilast ja viis ekspert-õpetajat. Tagasiside põhjal parandatakse õppematerjali, et seda saaksid hiljem kõik matemaatika õpetajad kasutada tööks ajutiste õpiraskustega õpilastega.

Käesolev magistritöö koosneb teoreetilisest ja empiirilisest osast. Teoreetilisest osast annab autor ülevaate ajutise õpiraskusega õpilastest, matemaatikaalaste õpiraskustega õpilaste õpetamisest, IKT vahendite kasutamisest matemaatikas ja õppematerjali koostamise põhimõtetest õpiraskustega õpilastele. Empiirilises osas tutvustatakse valimit, mõõtevahendit ja tegevusuuringu protseduuri ning tulemusi.

Uurimuse teoreetilised lähtekohad

Ajutine õpiraskus

Kõrgesaar (2002) on kirjeldanud hariduslike erivajadustega õppijat kui isikut, kes erineb oma võimetelt, taustalt ja isikuomadustelt teistest sedavõrd, et tema õppimisvajadusi on raske rahuldada nii-öelda tavalises õppekeskkonnas.

Tõlgendusi hariduslike erivajaduste õpilaste defineerimiseks on erinevaid. OECD (2009) klassifikatsioonis on jaotatud hariduslikud erivajadused kolmeks:

- vaegused (*A/disabilities*), kuhu kuuluvad õpilased, kellel on vaegused või puuded, mis on seotud elundite funktsioonide puudumise või häiretega (nt pimedad, kurdid);
- raskused (*B/difficulties*), kuhu kuuluvad õpilased, kellel on käitumisprobleemid või emotsionaalsed häired või õpiraskused (nt ajutised õpiraskused, õpiraskused, andekus);
- puudused (*C/disadvantages*), kuhu kuuluvad õpilased, kelle hariduslik erivajadus tuleneb sotsiaal-majanduslikest, kultuurilistest ja /või keelelistest faktoritest (nt uusimmigrandid, välisriigist naasnud õpilane).

Eesti Hariduse Infosüsteemis (EHIS) jagatakse hariduslikud erivajadused kaheteistkümnesse gruppi: õpiraskus; ajutine õpiraskus; kirjutamis-, lugemis- ja/või arvutusraskus; düsleksia; düsgraafia; düskalkuulia; kerge intellektipuue; mõõdukas intellektipuue; raske või sügav intellektipuue; liikumispuue; kõnepuue; nägemispuue; kuulmispuue; autismi spektri häired; raske krooniline somaatiline haigus; liitpuue; õppekeelest erineva koduse keelega või välisriigist naasnud õpilane; uusimmigrant; andekus; tervislikud põhjused (sh haiglaõpe, koduõpe tervislikel põhjustel); käitumisprobleemid; tundeelu- ja käitumishäired; muu erivajadus; aktiivsus- ja passiivsushäire; sõltuvushäire; õppimine välisriigis (pikemaajaline õpest eemalviibimine). Ühele õpilasele on võimalik panna ka mitu erinevasse gruppi kuuluvat hariduslikku erivajadust (EHIS, s.a.).

Raske on võrrelda ajutise õpiraskuse esinemise ulatuse andmeid erinevates riikides, sest kasutatakse erinevaid ajutise õpiraskuse definitsioone (Department for Education, 2012) või puudub vastav definitsioon üldse (European Agency for Development ..., 2012).

Inglismaal näiteks jaotatakse hariduslike erivajadustega õpilased kolmele tasemele: 1) *School Action* – õpilast aidatakse eraldi või teistest erinevalt, nagu on sätestatud kooli õppekavas. Selliseid õpilasi on 10,3% õpilastest; 2) *School Action Plus* – vajalik on

kooliväliste spetsialistide abi (psühholoog, terapeut, tervishoiutöötaja), kuhu kuulub 6,0% õpilastest; 3) *Statement* – õpilase hariduslikku erivajadust on hinnatud. Kirjas on tema vajadused ja täiendav abi. Neid õpilasi on 3,6% õpilaste üldarvust. Seega on kokku hariduslike erivajadusega õpilasi Inglismaal 19,9% (Department for Education, 2012).

Saksamaa praegune hariduslike erivajaduste definitsioon tähendab spetsiifilist tuge puudega õpilastele. Saksamaa erivajadustega hariduse vastutusvaldkond viitab erivajadustele, mis väljendub üksnes puudes. Õpilased, kellel on raskused, mis tulenevad mingist konkreetsest puudest ja/või vajavad täiendavat hariduslikku tuge problemaatiliste olukordade tõttu. Õpilasi, kellel on ajutised õpiraskused (nt aeglased õppijad, lugemis- ja kirjutamisraskused), toetatakse üldise toetusüsteemi raames, kasutades eristavate meetodite kombinatsioone. Abistavad või individuaalsed õppeprogrammid, mis põhinevad üldisel struktuuril, pakuvad toetust esinevate probleemide korral, mis esinevad õppeprotsessi jooksul. Saksamaa Liitvabariigil on kõikehõlmav spetsiaalsete meetmete raamistik, mis on suunatud täiendava nõu ja toe andmisele erinevates olukordades, mis võivad igapäevases koolielus ilmned (European Agency for Development ..., 2012). Seega loetakse Saksamaal neid õpilasi tavaõpilaste hulka, kuigi nad vajavad lisaabi.

Eestis on ajutine õpiraskus õpilasel, kellele on koostatud individuaalne õppekava (IÕK) mitterahuldavate kokkuvõtvate hinnete või pikaajalise puudumise tõttu ja kellele on ajutine ainealane õpiraskus (EHIS, s.a.). Õpiraskuste tekkimise põhjusteks võib olla puudumine koolist pikema aja vältel, sh spordilaagrites viibimine; väsimusseisundid tervisehäirete korral; probleemid perekonnas, sh lapse arengut soodustava keskkonna puudumine; lapse isiksuse, sh tema suhtlemise iseärasused; motoorne rahutus või vastupidi – pärsitud aktiivsus (Sunts, 2005). Õpilase aitamiseks on võimalik koolil määrata järgmised tugiteenused: IÕK; logopeediline abi; nõustamine; õpiabi; tugiisik; IÕK pikendatud õppel. Kõige enam määratakse õpilastele tugiteenusteks IÕK ja õpiabi (EHIS, s.a.). Tihti rakendatakse neid koos. EHIS-e andmetel on 2013/14 õppeaastal märgitud vähemalt üks hariduslik erivajadus 24 749 põhihariduse tasemel õppivale õpilasele, mis moodustab 22 % põhihariduse tasemel õppivate õpilaste üldarvust. Vähemalt ühe haridusliku erivajadusena on ajutine õpiraskus märgitud 8 992 põhiharidust omandavale õpilasele, mis moodustab 36 % hariduslike erivajadustega õpilaste üldarvust ning 8 % põhihariduse tasemel õppivate õpilaste üldarvust (EHIS, 2014).

Eelnevast tuleneb, et ühtne ajutiste õpiraskustega õpilase määratlus puudub. Töö autor käsitleb edaspidises töös ajutiste õpiraskustega õpilast, kui õpiraskusega õpilast, kellel ei ole pandud meditsiinilist diagnoosi, kuid kes vajab õppetöös lisaabi.

Matemaatikaalaste õpiraskustega õpilaste õpetamine

Matemaatikat on loetud ajast-aega üheks raskemini omandatavaks aineks. Mõnel on probleemiks matemaatikahirm või motivatsiooni langus, teisel aga tõsine arvutamislumuse häire. Ajutised õpiraskused, mis on tekkinud matemaatikas, vajavad varajast märkamist ja nendega tegelemist, sest muidu kipuvad õpiraskused matemaatikas süvenema (Rebane, 2009).

Nende laste õpetamisel tuleb kinni pidada põhimõttest – pigem vähem, aga mõtestatult. Oluline on leida õpilasele sobilikud õppimismeetodid. Valikul tuleb arvestada, et matemaatikaoskust mõjutavad ka verbaalsed oskused, eriti tekst- ja probleemülesannete puhul (Rebane, 2009). Vukovic, Lesaux ja Siegel (2010) on uurinud tavaõpilaste, düsleksia ja spetsiifilise lugemise arusaamise raskusega õpilaste aritmeetiliste fakti teadmiste, tegevuste ning probleemülesannete lahendamise oskust. Uuringus leiti, et enim tekivad probleemid aritmeetiliste faktiteadmiste, tegevustel ning probleemülesannete lahendamisel düsleksikutel. Vukovic ja Siegel (2010) leidsid oma uuringus, et matemaatikaalaste raskustega õpilastel on suurem tõenäosus, et neil tekivad raskused arvutamisel, praktiliste probleemülesannete lahendamisel ja tekstide lugemisel. Need probleemid on seotud töömäluga, info töötlemise kiirusega ning matemaatilise mõtlemisega. Kirjutatava töö autori arvates on oluline leida igale õpilasele sobiv õppimismeetod arvestades tema iseärasusi.

Oluline on õpiraskusega õpilaste puhul näitlikustada kõike. Näitlikustamiseks sobivad näiteks: naturaalsed materjalid, ruumilised jäljendid ja tasapinnalised kujutised. Juures peavad olema õpetaja sõnalised selgitused, mis olgu lühikesed ja konkreetsed. Oluline on probleemide visualiseerimine (Rebane, 2010). Zhang et al. (2012) uuringu tulemused näitasid, et matemaatiliste õpiraskustega laste sooritus oli parem, kui nad lahendasid geomeetria ülesannet kasutades visuaalselt haaratavaid infoühikuid. Testi peeti ka lihtsamaks, kui oli võimalik kasutada visuaalselt haaratavaid infoühikuid.

Ülesande lahendamise juures on oluline, et õpilane oskaks selgitada oma töö käiku. Ta on asjast aru saanud ja oskab ülesannet iseseisvalt lahendada ning vastust kontrollida. Kohene ja pidev tagasiside on õpiraskustega õpilastele kinnistamise etapil väga vajalik (Rebane, 2010). Kiire tagasiside annab kindlustunde edasi tegutseda. Ainult lõppvastuse kontrollimisest ei

piisa. Neile on oluline tagasiside iga ülesandeetapi eduka lahendamise juures. Tagasiside andmisel on mitmeid võimalusi, näiteks testide sooritamine.

Ülesannete lahendamisel tuleb arvestada iga õpilase töötempoga, sest õpiraskustega õpilased vajavad rohkem aega ja suuremat kordamiste arvu, et materjal neil paremini kinnistuks (Rebane, 2010). Varasemas uuringus (Passolunghi, 2011) on leitud, et õpiraskustega õpilaste töömälu võimekus on piiratud. Probleeme on tähelepanu suunamises. Töömälus on andmete töötlemise kiirus aeglane. Sellest tulenevalt on nende töötempo õppimisel aeglasem. Rebane (2010) tõi välja, et oluline on jälgida kui palju jätta õpilastele kodutööks. Tihti jääb kodus lõpetada see, mida klassis ei jõutud lõpetada. Õpiraskustega lapsel jääb seega alati palju kodutööd, sest tema töötempo on aeglane.

Õpiraskustega õpilaste jaoks on oluline, et ülesanded oleksid kontekstis, sest on oluline, et neil tekiks vahetud kogemused, ja huvi nende ülesannete vastu. Kontekst on väga oluline tekstülesannete puhul, sest reeglina põhjustab nende lahendamine õpilastele kõige enam probleeme. Tihti peale on ülesannetes sellised teemad, mida õpilased ei suuda üheselt tajuda ja oma mõttemaailmaga seostada, seetõttu tekivad neil ka probleemid (Kibal, 2012). Steele (2010) tõi oma uuringust välja, et õpetajal tuleks õpiraskustega õpilasega töötades kasutada näiteid tegelikust elust, mis on päevakajalised.

Jayanthi, Gersten, Baker (2008) on välja pakkunud seitse soovitusi, kuidas tõhusamalt õpetada õpiraskustega õpilasi, aga ka õpilasi, kellel ei ole diagnoositud õpiraskust, kuid samas on probleeme matemaatikaga:

1. õpeta õpilast regulaarselt kasutama üksikasjalikke juhiseid;
2. suuna õpilast kasutama erinevaid õppimismeetodeid;
3. võimalda õpilasel sõnastada ja lahendada matemaatilisi probleeme;
4. õpeta õpilasele visuaalselt esitama matemaatilisi probleeme;
5. õpeta õpilast kasutama erinevaid probleemilahenduse viise;
6. oma pidevat kujundava hindamise infot ja tagasisidet õpetamisest;
7. taga õpilaste omavaheline juhendamine.

Infotehnoloogiliste vahendite kasutamine matemaatika tunnis

Tänapäeval on arvuti üks motiveeriv õppevahend, mis aitab parandada õpilaste õpitulemusi (Garcia ja Ariase, 2010; Luik, 2004; Peltenburgi et al., 2009). Palju on vaieldud, kas matemaatika õpetamine arvuti abil on ikka vajalik ja tulemuslik. Järgnevalt mõned uuringu tulemused, nimelt Seo ja Bryanti (2009) uuring ei andnud selgeid tõendeid, kas

arvuti kasutamine õpiraskustega õpilaste puhul on tulemuslik. Samas Peltenburg et al. (2009) uuringu tulemused näitasid ja ka töö autor omab kogemust, et kui kasutada info-ja kommunikatsiooni tehnoloogial (IKT) põhinevat hindamist, sealhulgas dünaamilisi õppematerjale nõrgemate õpilaste puhul, on sellel positiivne mõju õpilaste tulemustele. Sama kehtis ka juhul, kui nad ei olnud neid vahendeid varem kasutanud. Pihlapi (2006, 2010) uuringutes leidsid õpilased, et arvutite kasutamine muutis õppimist huvitavamaks, lihtsamaks, lõbusamaks ja arusaadavamaks. Piret Luige doktoritööst (2004) selgub, et õpilaste arvates on arvutipõhine õpe huvitavam ja lõbusam ning ühtlasi suurendab õpilaste õpimotivatsiooni ja parandab suhtumist õppeainesse. Arvuti kasutamine aitab õpilastel geomeetriat paremini mõista ning parandab õpilaste õppeedukust (Tambovtseva, 2011). Dogani ja Iceli (2011) uuringu tulemused näitasid, et dünaamilise tarkvara GeoGebra kasutamise mõju oli positiivne õppimisele ja õpilaste suhtumisele matemaatikasse. Arvutipõhiselt on võimalik õpetada ka matemaatilisi funktsioone. Baki ja Güveli (2008) uuring näitas, et see mõjus 9. klassi õpilaste õpitulemustele positiivselt. Ka Allar Veelmaa (2010) on soovitanud kasutada *GeoGebrat* tasandi- ja ruumikujundite (kolmnurk ja trapets ning silinder, koonus ja kera) teemade puhul, et saada korralikke jooniseid. Illustratiivseid funktsioonijooniseid on võimalik samuti valmistada GeoGebra.

GeoGebra

GeoGebra on vabavaraline koolimatemaatika programm, mis hõlbustab nii geomeetria, algebra, kui ka matemaatilise analüüsi õpetamist ja õppimist (Albre, 2008; Hohenwarter & Hohenwarter, 2013). Töötab erinevatel Javat võimaldavatel operatsioonisüsteemidel (Albre, 2008). Programm on kergesti kättesaadav GeoGebra ametlikult veebilehelt (GeoGebra, s.a.). Kui GeoGebra on paigaldatud arvutisse, siis saab edaspidi sellega töötada ka internetiühenduse puudumisel (Hohenwarter & Hohenwarter, 2013).

GeoGebra loodi 2001/2002 aastal Markus Hohenwarteri poolt Austrias Salzburgi Ülikoolis, see oli tema magistritöö üks osa. Ta täiendas ja arendas seda programmi veelgi, kui ta õppis doktoriõppes. GeoGebrat on tunnustatud mitmete rahvusvaheliste auhindadega. GeoGebra tegevust toetab alates 2006. aastast Austria Haridusministeerium, et säilitada vaba programmi kättesaadavus koolidele ja ülikoolidele (Hohenwarter & Preiner, 2007).

GeoGebras on kolm vaadet, graafika- ja algebravaade ning lisaks ka arvutustabeli vaade (GeoGebra, s.a.). Selle programmiga on võimalik teha geomeetrilisi konstruktsioone punktide, vektorite, lõikude, sirgete, koonuselõigetega ja funktsioonidega. Veel on võimalus selle

programmiga leida keskristsirge, objektide lõikepunkte, joonestada paralleelset ja ristsirget, hulknurki ja korrapäraseid hulknurki ning võimalik on joonestada erinevaid sektoreid, ringjooni ja kaari. Programmiga on võimalik teha geomeetrilisi teisendusi, nt objekti peegeldamine sirgest või punktist, objekti lüke vektoriga, objekti pööre ümber punkti mingi nurga võrra. Eelnevalt defineeritud funktsioone saab kasutada funktsioonide sisestamisel. Loodud konstruktsioone on võimalik salvestada ka pildifailina. Võimalus on ka ekraanipilti suurendada ja vähendada, näidata või peita telgesid ning ruudustikku. Ühe objekti visuaalset stiili on võimalik kopeerida teistele objektidele. Joonestusväljale on võimalik tuua ka pilte. Hiljem saab konstrueeritud objekte ümber defineerida või nende asukohta muuta. Valminud joonised on dünaamilised. Üheks oluliseks võimaluseks on, programmiga saab õpetaja väga lihtsalt luua interaktiivseid veebilehti/dünaamilisi töölehti. Praktiliseks kasutamiseks on hea võimalus juba loodud konstruktsiooni samm-sammuline animeerimine/taasesitamine (Albre, 2008).

Autor kasutas oma töös ka ekraanivideot. Ekraanivideo on suurepärase võimalus, kus nõrgem õpilane saab lähtuda oma töötempost ja valida sobiliku õppimismeetodi. Õpilane saab korrata teksti. See kõik aitab paremini omandada teemat (7 things you should ..., 2006). Green et al. (2012) viisid läbi üliõpilaste seas uuringu ekraanivideo mõju kohta. Uuringust tuli välja, et need üliõpilased, kes kasutasid tavamaterjalile lisaks ekraanivideot, said paremaid tulemusi eksamil. Eestis on kõigile kättesaadavaid ekraanivideosid teinud Allar Veelmaa. Autorile teada olevalt toimuvad ka vastavasisulised koolitused. Programmidest on saadaval vabavaralised Screencast-O-Matic, Screenr, CamStudio. Töö autor kasutas ekraanivideo valmistamisel programmi Screencast-O-Matic, kuna programm Screenr ei avanenud kasutatavas arvutis ja programm CamStudio ei salvestanud videot korrektselt.

Screencast-O-Matic

Screencast-O-Matic programmiga saab teha ekraanivideot. See on vabavaraline arvutiprogramm, mida ei pea arvutisse internetist alla laadima. Programm vajab Java olemasolu arvutis. Seda programmi on lihtne kasutada. Ekraanivideo lindistamise ajal on võimalik katkestada lindistamine ja kuulata lindistatud teksti ning kui midagi ei sobi, siis tekst ka üle lindistada. Lindistusi saab salvestada arvutisse näiteks MP4, FLV või AVI formaadis. Võimalus on video ka Youtube'i või programmi enda kodulehele laadida. Maksimaalselt on võimalik valmistada 15 minuti pikkune video (Screencast-O-Matic, s.a.).

Õpiraskustega õpilane vajab kohest ja pidevat tagasisidet, Irja Rebase (2010) sõnul annavad siin häid tulemusi selgitavate joonistega interaktiivsed testid. Garcia ja Ariase (2010) uurimuse põhjal selgus, et arvutil tehtavad ülesanded suurendavad õpilaste motivatsiooni, viivad iseseisva õppimise ja õppeprotsessi individualiseerimiseni. Arvutipõhiste testide puhul on positiivseks eeliseks, et väheneb ajakulu ja kiireneb tagasiside ning hinnangu saamine (Anakwe, 2008). Kiire tagasiside ja hindamise võimalus ning suurema motiveerituse saavutamine ongi käesoleva töö autori jaoks põhiargumendid, miks töösse valiti arvutipõhised testid.

Hot Potatoes

Hot Potatoes on vabavaraline programm, mida võib kasutada erinevates õppeainetes (Hot Potatoes, s.a.). Positiivne on selle programmi juures, et Hot Potatoese kasutamine sobib eriti algajale arvutikasutajale. Negatiivseks on see, et tulemusi ei saa salvestada (Järvpõld, 2005). Soovitatav on programm installeerida arvutisse ja end kasutajaks registreerida, sest siis on rohkem võimalusi, nt sel juhul saab rohkem küsimusi sisestada. Programm on allalaetav aadressilt: <http://hotpot.uvic.ca/> (Hot Potatoes, s.a.).

Programmiga on võimalik koostada kuute erinevat tüüpi harjutust. *JClose* võimaldab luua kiiresti ja lihtsalt lünktekste. *JMatch* vastavusharjutusi, kus vastaja peab ühendama erinevates tulpades olevad küsimused ja vastused. Võimalus on vastused kuvada rippmenüüna, teha tõstmisharjutus või valida flashkaardide võimalus. *JQuiz* võimaldab luua mitmikvaliku või lühivastustega harjutusi/viktoriine. *JCrossiga* saab koostada ristsõnu. *JMixiga* on võimalik koostada segatud sõnadega harjutusi või ristsõnu (klikitavad sõnad). *The Masteriga* on võimalik ühendada *JClose*, *JMatch*'i, *JQuiz*'i, *JCross*'i või *JMix*'i kolm ülesannet terviklikuks harjutuste komplektiks (Järvpõld, 2005). Lisada on võimalik pilte, helifaile, linke ja lugemistekste. Erinevaid harjutusi saab kasutada nii Internetis, kui ka Interneti ühenduseta arvutites. Teste saab salvestada ka tekstifailina ja täitmiseks välja printida (Salm, 2010).

Põhimõtted õpiraskustega õpilastele õppematerjali koostamiseks

Ühe hea ja asjaliku õppematerjali koostamine on suur ja pikaajaline töö. Eriti oluline on koostades teada ja arvestada õpiraskustega õpilaste õppematerjali koostamise põhimõtteid. Hea õppematerjali koostamisel tuleb arvesse võtta matemaatika ainekava (Põhikooli riiklik õppekava, 2011), õppekirjanduse koostamise soovitusi (Eesti Infotehnoloogia SA, 2012), läbiviidud uuringuid (Booth, Thomas, 2000; Mayer, 2002, 2003; Mayer & Moreno, 2003; Mikk, 2000) ja oma eriala spetsialistide (Bachmann, 2005; Erg ja Kontor, 2013; Plado, 2005; Rebane 2009, 2010) kirjapandud soovitusi.

Järgnevalt käsitleb autor õpiraskustega õpilaste (HEV) õppematerjali soovituslikke üldiseid põhimõtteid. Kaja Plado (2005) on kirjutanud, et õppematerjal peab vastama õppekavale, oluline on kujutluste loomine ja täpsustamine, etapiviisiline ülesehitus, probleemse teema seletus peaks olema lihtne, põhjalik ja pikem, et see aitaks õpitavast paremini aru saada. Õppematerjal peab aitama kaasa mõtlemise arengule ning andma praktiliseks eluks vajalikke kogemusi. Õpiraskustega õpilaste puhul on oluline, et õppematerjal oleks tajutav mitmete meeltega (Rebane, 2010) ja ülesanded peaksid olema illustreeritud pildiga (Booth, Thomas, 2000; Mikk, 2000; Rebane, 2009). Töö autori arvates on õpiraskustega õpilaste õppematerjali juures oluline, et see oleks köitev. Bachmann (2005) on soovitanud õppija tähelepanu köitmiseks ning hoidmiseks kasutada reklaamipsühholoogia mõjustamisvõtteid. Reklaamis on olulised tasakaal, liikumine, proportsionaalsus, järjepidevus, ühtsus või terviklikkus, selgus ja lihtsus ning isolatsioon, need on olulised nii keelekasutuses kui ka kujundusvõtetes.

Plado (2005) on lisanud, et õpiraskustega (HEV) õpilaste õppematerjali loomisel tuleks jälgida taju suunavaid vahendeid: kirja ja reavahe suurust, kirjastiili selgust, illustratsioonide, piltide, skeemide, kujunduse ja teksti paigutust ja eesmärki. Tekst peab olema lihtne, kasutada tuleks lühikesi ja hästi arusaadavaid lauseid. Vältida tuleks lauses mitmekordset eitust ja erisuunalisi võrdlusi. Lause tuleks mahutada töölehel ühele reale. Sõnad peaksid olema lühikesed, tuttavad ja levinud, sõnu ei tohiks poolitada ning vältida tuleks sünonüüme. Olulisi sõnu tuleb korrata tekstis mitmeid kordi. Loetelu tuleks paigutada töölehele tulbana. Õpiraskustega õpilastel aitab arutluskäiku hästi jälgida erinevate värvide kasutamine (Rebane, 2010).

Ekraanivideo on multimeedium ja selle loomisel on töö autor lähtunud Mayer ja tema kolleegide välja toodud printsiipidest, mida tuleks multimeediumi kasutamisel õppematerjalides arvestada (Mayer, 2002, 2003; Mayer & Moreno, 2003). Õppematerjal

peaks sisaldama, kas kirjalikku või suulist teksti ja pilte. Tekst tuleks asetada kujutise alla või kohe kirjeldava elemendi kõrvale. Animatsioonid ja suuline jutustus tuleb esitada samaaegselt. Esitus peab olema sisutihe ja selge. Animatsiooni tuleb kasutada koos suulise jutustusega, et kasutusel oleks nii auditiiivne kui visuaalne kanal. Oluline on, et õpilane saab kontrollida selgituste esitamise kiirust ja kuulata omale sobivat lõiku uuesti.

Autor on oma õppematerjali loomisel lähtunud Eesti Infotehnoloogia SA e-Õppe Arenduskeskuse poolt 2012. aastal koostatud kvaliteetse õpiobjekti juhendist. Vastavas juhendis on kõik väga detailselt lahti kirjutanud ja need põhimõtted sobivad hästi õpiraskustega õpilaste õppematerjali loomiseks. Juhendis on välja toodud soovitusel teksti koostamiseks ja kujundamiseks ning video loomiseks (Eesti Infotehnoloogia SA, 2012).

Kuna ajutise õpiraskusega õpilaste täpne ja ühtne definitsioon puudub, siis autor käsitleb oma töös õpiraskustega õpilasi, kellel ei ole diagnoositud spetsiifilist õpiraskust. Töö autor järgib Ergi ja Kontori (2013) soovitusel õpiraskustega õpilaste puhul kasutada arvutit, et õpitud harjutada ja kinnistada. Nende soovitus on, et arvutis tuleks kasutada mängulisi, kiiret tagasisidet ja interaktiivsust sisaldavaid programme. Seepärast ongi valitud interaktiivsed ja tagasisidet võimaldavad programmid GeoGebra ja HotPotatoes ning ekraanivideo tehakse Screencast-O-Maticus.

Uurimuse eesmärk ja uurimisküsimused

Töö eesmärk on koostada IKT vahenditel põhinev matemaatika õppematerjal 9. klassi ajutiste õpiraskustega õpilastele.

Toetudes teooriale, õppematerjali koostamise põhimõtetele ja varasematele uurimustele, püstitati järgmised uurimisküsimused:

1. Kuivõrd on õppematerjal sobilik (jõukohane, tekitab huvi teema vastu, arusaadav sõnastus, sobilik iseseisvaks tööks) ajutiste õpiraskustega õpilastele nende enda hinnangul?
2. Mil määral on koostatud õppematerjal ajutiste õpiraskustega õpilastele sobilik (jõukohane, terviklikkus, joonised mõistetavad, arusaadav sõnastus, sobilik iseseisvaks tööks) ekspert-õpetajate hinnangul?
3. Kuidas on vaja õppematerjali muuta või täiendada, et see sobiks ajutiste õpiraskustega õpilastele?

Metoodika

Uurimistöös koostatud õppematerjali katsetati tegevusuuringu raames. Tegevusuuring valiti, kuna see on kombinatsioon uurimusest ja praktikast, mis on huvipakkuv õpetajale, teadlasele, kui ka teistele haridusvaldkonnas töötavatele inimestele. Tegevusuuringut on võimalik rakendada peaaegu igas olukorras, kus katsetatakse inimesi, ülesannet või protseduure. Selle kaudu on võimalik hinnata vahendi nõrku ja tugevaid külgi ning leida parandamist vajavaid aspekte. Tegevusuuring on koostööpõhine, kus läbiviija võtab uuringust aktiivselt osa (Cohen, Manion & Morrison, 2007). Töö autori poolt võeti aluseks Susman'i viieetapiline täiustatud mudel, kus tegevusuuringu puhul lähtutakse järgmistest etappidest:

1) diagnoosimine; 2) tegevuse planeerimine; 3) tegutsemine; 4) hindamine; 5) õppimise täpsustamine (O'Brien, 1998).

Valim

Töös on kasutatud mugavusvalimit. Valimisse kuulub ühe maakooli viis 9. klassi ajutise õpiraskusega õpilast (kolm poissi ja kaks tüdrukut), keda õpetatakse üldklassist eraldi ja igale õpilasele on koostatud individuaalne õppekava matemaatikas. Õpilasi õpetab töö autor. Uuringus osaleb ka 5 matemaatikaõpetajat (ekspert-õpetajat), kes omavad õpiraskustega õpilastega töötamise kogemust. Kõigil õpetajatel on tööstaaž matemaatika õpetajana üle 5 aasta. Kolm õpetajat on palutud ekspert-õpetajateks maakonna aineseksiooni juhi soovitusel, ühe õpetaja soovitas antud magistritöö juhendaja ja üks õpetaja töötab töö autoriga samas koolis matemaatikaõpetajana. Kahe õpetaja tagasiside küsimustike ei arvestada, kuna nad ei andnud tagasisidet kogu õppematerjalile ehk kuuetele õppekomplektile. Neile saadeti küll korduv meeldetuletus, kuid üks õpetaja andis tagasiside kokku kolmele õppekomplektile ja teine ühele. Seega on lõplikus valimis kolm ekspert-õpetajat.

Mõõtevahend

Tagasiside saamiseks oli koostatud õpilastele ja ekspert-õpetajatele tagasiside küsimustik. Tagasiside küsimustik sisaldas väiteid, millele tuli anda hinnang Likerti viiepalliskaalal (5 - täiesti nõus; 4 - pigem nõus; 3 - nii ja naa; 2 - pigem ei ole nõus; 1 - ei nõustu üldse). Küsimustikul oli ka avatud vastustega küsimusi, millele oodati pikemat vastust.

Õpilaste küsimustik. Tagasiside küsimustik oli vajalik selleks, et teada saada õpilaste hinnangut õppekomplekti kohta. Pärast iga õppekomplekti läbi töötamist täitsid õpilased klassis tagasiside küsimustiku (LISA 1). Küsimustiku koostas töö autor ise. Küsimustik täideti kirjalikult paberile ja kõikidele küsimustele vastamine oli kohustuslik. Küsimustiku küsimused olid jaotatud nelja ossa: 1) kokkuvõtte kogu õppekomplektile; 2) ekraanivideo; 3) test; 4) tööleht 1 ja 2.

Ekspert – õpetajate küsimustik. Ekspert hinnangu andmiseks õppekomplektidele pidid ekspert-õpetajad täitma tagasiside küsimustiku (LISA 2). Küsimustik koostati Google Docs abil ja ekspert-õpetajad täitsid küsimustiku elektrooniliselt. Alternatiivina oli küsimustikust koostatud ka MS Wordi versioon. See tagas vastajatele täitmisel valikuvõimaluse. Igale ekspert-õpetajatele saadeti õppematerjali aadress elektrooniliselt. Tagasiside tuli anda igale õppekomplektile ühe nädala jooksul. Nende tagasiside küsimustik koosnes viiest osast: 1) taustaküsimused; 2) kokkuvõtte kogu õppekomplektile; 3) ekraanivideo; 4) test; 5) tööleht 1 ja 2.

Mõlema küsimustiku valiidsus tagati kasutades koostamisel eksperdi abi, kelleks oli magistritöö juhendaja ja küsimustiku sõnastus kooskõlastati tegevõpetajaga.

Protseduur

Tegevusuuring kestis umbes 9 kuud. Tegevusuuringu periood algas septembrist 2013 ja lõppes mais 2014. Uurimus koosnes viiest etapist (tabel 1). Töö autori poolt võeti aluseks Susman'i viieetapiline täiustatud mudel, kus tegevusuuringu puhul lähtutakse järgmistest etappidest:

1) diagnoosimine; 2) tegevuse planeerimine; 3) tegutsemine; 4) hindamine; 5) õppimise täpsustamine (O'Brien, 1998).

Esimene etapp - diagnoosimine oli kõige pikem ja kestis septembrist 2013 kuni jaanuarini 2014. Teine etapp – tegevuse planeerimine kestis jaanuarist 2014 kuni veebruarini 2014.

Kolmas etapp – tegutsemine toimus märtsist 2014 kuni aprillini 2014. Neljas etapp – hindamine toimus samaaegselt tegutsemisega. Viies etapp – õppimise etapp viidi läbi aprillist 2014 kuni maini 2014.

Arvuliste andmete analüüsimiseks kasutati programmi MS Excel. Analüüsimiseks arvutati aritmeetiline keskmine ja selle järgi kirjeldati tulemusi. Pikemad vastused pandi kirja ja analüüsiti, millised muudatused on võimalikud analüüsitava õppekomplekti sisse viia.

Tabel 1. Tegevusuuringu etapid ja tegevused igal etapil

I Diagnoosimine	II Tegevuse planeerimine	III Tegutsemine	IV Hindamine	V Õppimise täpsustamine
Eelteadmised õppematerjali loomiseks	Õppematerjali infomaterjali koondamine Õppematerjali koostamine	Õppematerjali katsetamisviisi valik Õppematerjali kasutamine katsetamise eesmärgil	Tagasiside küsimustike tulemustest lähtuvalt õppevara hindamine Õppematerjali kohta järelduste tegemine, ettepanekud parandamiseks	Muudatuste sisseviimine
✓ Uurimisprobleemi leidmine ja sõnastamine ✓ Teoreetilise materjali otsimine ✓ Õppekomplekti (ÕK) teemade valik ✓ Arvuti programmidega tutvumine ja sobiva valik	✓ ÕK teema kohta käiva info koondamine ✓ ÕK-de koostamine	✓ Tagasiside küsimustike koostamine ✓ ÕK –de katsetamine	✓ ÕK-dele tagasiside küsimine ekspert-õpetajatelt ja õpiraskustega õpilastelt	✓ ÕK-de täiendamine ja parandamine

Tulemused

Tegevusuuringu I etapp

Septembrist 2013 kuni jaanuarini 2014 tegi töö autor ettevalmistusi õppematerjali loomiseks. Analüüsis oma igapäevatööd ja lähtudes hetke olukorrast hariduses, kus õpiraskustega õpilaste arv tavakoolis suureneb, kuid neile sobivaid õppematerjale on töö autori arvates vähe, sellest tulenevalt leidis ja sõnastas uurimisprobleemi. Autori sooviks oli algselt koostada ainult töölehed, kuid juhendaja soovitas koostada lisaks ekraanivideo ja testi. Idee meeldis töö autorile, sest temale teada olevalt ei ole varem koostatud terviklikku komplekti, mis sisaldaks ühel teemal ekraanivideot, testi ja töölehti. Õppematerjali koostamiseks uuris töö autor esmalt, millised on õppematerjalile esitatavad nõudmised ja soovitused uurijatelt ja oma ala ekspertidelt. Selleks tutvus töö autor vastavasisuliste teoreetiliste materjalidega (Booth, Thomas, 2000; Eesti Infotehnoloogia SA, 2012; Jayanthi et al., 2008; Mayer, 2002, 2003; Mayer & Moreno, 2003; Mikk, 2000; Plado, 2005; Põhikooli riiklik õppekava, 2011; Rebane, 2009, 2010) ja lähtus õppematerjali loomisel neist soovitustest ja nõuetest. Edasi tegi töö autor otsuse, milliste teemade kohta koostada õppekomplekt. Töös kasutatud teoreetilisest materjalist (Kibal, 2012; Rebane, 2009, 2010; Steele, 2010; Zhang et al., 2012) lähtuvalt ja tuginedes autori enda tähelepanekutele selgus, et väga oluline on õpiraskustega laste puhul kasutada visualiseerimist ja näitlikustamist. Visualiseerimist on võimalik kasutada geomeetria ja matemaatiliste funktsioonide õpetamisel, kuna igapäevaelu on tihedalt seotud arvutitega, siis autor otsustas teha õppekomplektid kasutades IKT võimalusi. Samas on varasemate uuringutega (Baki & Güveli, 2008; Dogan & Icel, 2011; Luik 2004; Peltenburg et al., 2009; Pihlap, 2006, 2010; Tambovtseva, 2011) leitud, et arvutite kasutamine õppetegevuses on motiveeriv ja tulemuslik. Teemadeks valis antud töö autor sel hetkel õpetatavad või kordamist vajavad teemad nagu: silinder, koonus, Pythagorase teoreem, täisnurkse kolmnurga lahendamine, lineaar- ja ruutfunktsioon. Pärast teemade valikut valis autor arvuti programmid, millega õppekomplekte koostada. Valiku kriteeriumiteks olid: esiteks, et autor tunneks programmi, teiseks, et programm on vabavarana kättesaadav ja kolmandaks oli oluline, et programm oleks lihtsasti käsitletav õpiraskustega õpilastele. Programmide valikul andis nõu kooli haridustehnoloog ja töö autor küsis ka juhendaja ekspert arvamust. Programmidest valis töö autor ekraanivideo

valmistamiseks Screencast-O-Maticu, ekraanivideo põhjad olid tehtud GeoGebraga, testide koostamiseks Hot Potatoese ja töölehtede koostamiseks GeoGebra.

Tegevusuuringu II etapp

Teine etapp oli tegevuse planeerimine ja see kestis jaanuarist 2014 kuni veebruarini 2014. Töö autor koondas sellel etapil kõik materjalid, mis olid vajalikud vastava õppekomplekti valmistamiseks. Kokku koostas autor õppematerjali, mis koosnes kuuest õppekomplektist. Autor sõnastas ja otsis välja täpsed matemaatilised definitsioonid, vaatas matemaatika ainekavast, mis on vastava teema põhimõisted, otsis ja sõnastas lihtsamalt ülesanded ning otsustas, mida küsida testis. Kui olid sõnastatud kasutatavad tekstid, siis koostas töö autor jooksvalt õppekomplektid.

Esimese õppekomplekti teema oli **silinder**. Eesmärk oli, et õpilane oskaks leida jooniselt silindri telge, kõrgust, moodustajat, põhja raadiust, diameetrit, külgpinda ja põhja pinda ning oskaks arvutada silindri pindala ja ruumala.

Ekraanivideo tegemiseks koostas töö autor esmalt ekraanivideo põhja (joonis 1) programmiga GeoGebra. Valmistatud põhja kasutati, et selgitada ja näidata kõiki mõisteid ning valemeid, mis õpilased silindrist 9. klassi lõpuks teadma peavad. Õppekomplekti lõpus korraldati kõik põhimõisted ja valemid. Video kestvus oli üle viie minuti.

SILINDER

- Silinder
- Ristkülik
- Silindri telg
- Kõrgus
- Moodustaja
- Põhja raadiused
- Diameeter
- Telglõige
- Ristlõige
- Külgpind
- Valem
- Põhja pind
- Valem
- Täispindala
- Ruumala

$Sp = \pi \cdot r^2$
 $Sk = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$
 $St = 2Sp + Sk = 2 \cdot \pi \cdot r^2 + 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot (r + h)$
 $V = Sp \cdot h = \pi \cdot r^2 \cdot h$

Joonis 1. Silindri ekraanivideo põhi

Järgmisena oli test, mis omakorda koosnes kolmest erinevast testist. Esimene oli silindrit iseloomustavatest mõistetest (joonis 2). Teine oli silindri pinnalaotuse kohta (joonis 3) ja kolmas oli pindalast ja ruumalast (joonis 4).

Silinder - täida lüngad

Täida lüngad

Igasse lünka kirjuta üks sõna.

Silinder on keha, mille moodustab ümber oma ühe pöörlev . Silindri nimetatakse ristküliku külge, mille ümber pöörleb silindrit moodustav . Silindri on ristkülik ja on põhjadega võrdne . Külgpinnalaotuseks on ja on ringid. Silindri põhjade vahelist kaugust nimetatakse silindri .

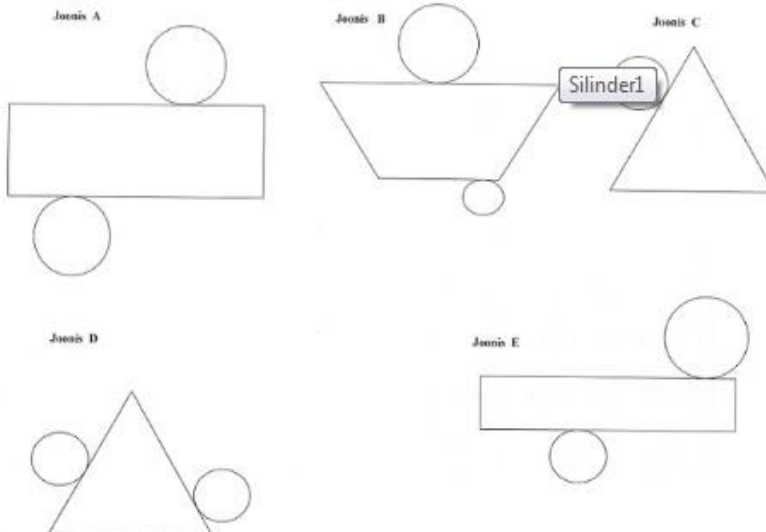
Kontrolli |

Joonis 2. Test - silindri mõisted

Silinder - vali õige vastus

Vali õige vastus

Milline järgmistest joonistest on silindri pinnalaotus?



- A. Joonis C
- B. Joonis E
- C. Joonis A
- D. Joonis D
- E. Joonis B

Joonis 3. Test - silindri pinnalaotus

Tagasi

Silinder

Leia igale lausele lõpp.

Vasakpoolses tulpas on lause algused ja parempoolses tulpas lause lõpud. Paiguta kokku lause algus ja lõpp. Paremalt asuvaid lause lõppe on rohkem, kui lause alguseid. Osad lause lõpud jäävad seega üle.

Kontrolli

Põhja pindala on võrdne ???

Külgpindala on võrdne ???

Täispindala on võrdne ???

Ruumala on võrdne ???

põhja pindala ja kõrguse korrutisega.

külgpindala ja põhja pindala summaga.

kahe pii ja raadiuse korrutisega.

kahe pii, raadiuse ruudu ja kõrguse korrutisega.

külgpindala ja kahe põhja pindala summaga.

pii ja raadiuse ruudu korrutisega.

külgpindala ja kõrguse korrutisega.

kahe pii, raadiuse ja kõrguse korrutisega.

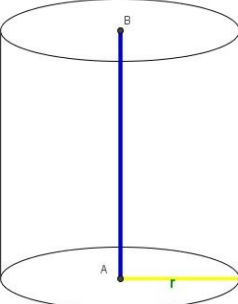
Joonis 4. Test - silindri pindala ja ruumala

Viimaseks osaks selles õppekomplektis olid töölehed. Töölehed olid koostatud nii, et õpilased said koheselt oma tööle tagasiside. Arvutamiste puhul oli vastuseid võimalik kontrollida kõrval asuvast arvutustabelist. Joonisel andis tagasiside märges „Õige!“ kui näiteks kõrguse tähis oli paigutatud joonisel õigesse kohta. Esimene tööleht (joonis 5) oli mõistete ja valemite kordamiseks. Teine tööleht (joonis 6) sisaldas ülesandeid.

Silinder-tööleht1.ggb

Fail Redigeeri Vaade Võimalused Tööriistad Aken Abi

Sisse logimine...



Õige!

SILINDER

Tõsta joonisel õigesse kohta raadiuse ja kõrguse tähised.
Kui oled tähise õigesti paigutanud ilmub ekraanile "Õige!".

h

Paiguta õigesse kohta järgmised tähised ja valemid:

$S_k =$ $S_p =$ $S_t =$ $V =$

$2Sp + Sk = 2 \cdot \pi \cdot r^2 + 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot (r + h)$

$2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$ $\pi \cdot r^2$ $Sp \cdot h = \pi \cdot r^2 \cdot h$

Külgpindala

Põhja pindala

Täispindala

Ruumala

Sisend:

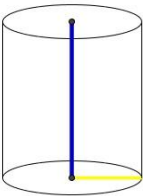
Joonis 5. Tööleht 1 - Silinder

Silinder-tööleht2.ggb

Fail Redigeeri Vaade Võimalused Tööriistad Aken Abi Sisse logimine...

Arvutustabeli vaade Graafikavaade

	A	B	C
1	Raadius	3	4
2	Nt		
3	1	0	0
4	2	0	0
5	3	0	0
6	4	0	0
7	5	0	0



SILINDER

Külgpindala $2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$

Põhja pindala $\pi \cdot r^2$

Täispindala $2Sp + Sk = 2 \cdot \pi \cdot r^2 + 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot (r + h)$

Ruumala $Sp \cdot h = \pi \cdot r^2 \cdot h$

Lahenda ülesanded vihikusse.

Vastust saad kontrollida arvutustabelist. Sisestatud peavad olema õigesti kõrgus ja raadius.

Esimene ülesanne on näide.

Nt Silindri põhja läbimõõt on 6 cm ja kõrgus 4 cm. Leia silindri külgpindala, põhja pindala ja täispindala ning ruumala.

- Silindri põhja raadius on 2 cm ja kõrgus 5 cm. Leia silindri külgpindala, põhja pindala ja täispindala ning ruumala.
- Silindri põhja raadius on 2,5 cm ja kõrgus 1,2 cm. Leia silindri külgpindala, põhja pindala ja täispindala ning ruumala.
- Kui palju kulub silindri kujulise raudahju külgpindala katmiseks, kui ahju kõrgus on 1,3m ja läbimõõt 0,8m?
- Mitu liitrit vett mahutab silindrikujuline nõu, mille kõrgus on 9 dm ja seesmine läbimõõt 6 dm?
- On tarvis valmistada plekist silindrikujuline nõu. Ilma kaaneta. Nõu läbimõõt peab olema 24 cm ja kõrgus 35 cm. Kui palju plekki kulub selle nõu valmistamiseks?

Joonis 6. Tööleht 2 - Silinder

Teise õppekomplekti teema oli **koonus**. Eesmärk oli, et õpilane oskaks leida jooniselt koonuse telge, kõrgust, moodustajat, põhja raadiust, diameetrit, külgpinda ja põhja pinda ning oskaks arvutada koonuse pindala ja ruumala.

Ekraanivideo tegemiseks koostas töö autor esmalt ekraanivideo põhja (joonis 7) programmiga GeoGebra. Valmistatud põhja kasutati, et selgitada ja näidata kõiki mõisteid ning valemeid, mida õpilased 9. klassi lõpuks koonusest teadma peavad. Õppematerjali lõpus korrati kõik põhimõisted ja valemid. Video kestvus oli üle nelja minuti.

Ekraanivideo1_Koonus.ggb

Fail Redigeeri Vaade Võimalused Tööriistad Aken Abi

raadius = 2,5

kõrgus = 4

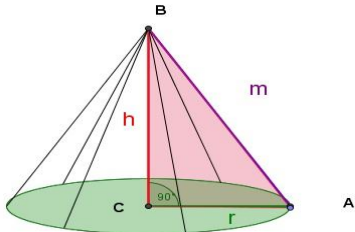
- Koonus
- Kolmnurk
- Kõrgus
- Koonuse põhi
- Raadius
- Moodustaja

Põhja pindala $Sp = \pi \cdot r^2$

Külgpindala $Sk = \pi \cdot r \cdot m$

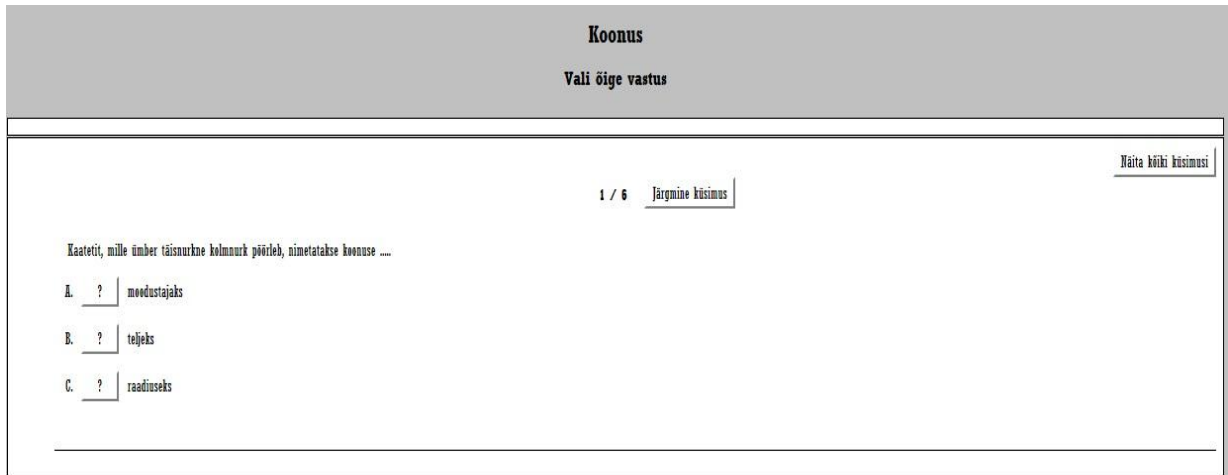
Täispindala $St = Sp + Sk = \pi \cdot r^2 + \pi \cdot r \cdot m = \pi \cdot r \cdot (r + m)$

Ruumala $V = \frac{1}{3} \cdot Sp \cdot h$



Joonis 7. Ekraanivideo põhi

Koonuse test (joonis 8) koosnes kuuest küsimusest. Küsimused olid koonuse mõistete ja pinnalaotuse kohta. Vastused olid esitatud valikvastustena või kirjutati vastajate poolt lünkadesse.



Joonis 8. Test - koonus

Õppekomplektis olid viimaseks osaks töölehed. Töölehed olid koostatud nii, et õpilased said koheselt ka oma tööle tagasiside. Arvutamiste puhul oli vastuseid võimalik kontrollida kõrval asuvast arvutustabelist. Joonisel andis tagasiside märges „Õige!“, seda näiteks kui kõrguse tähis oli paigutatud joonisel õigesti kohta. Esimene tööleht (joonis 9) oli mõistete ja valemite kordamiseks. Teine tööleht (joonis 10) sisaldas ülesandeid.



KOONUS

1. Paiguta joonisel õigesti kohta kõrguse, moodustaja, raadiuse ja diameetri tähised. Kui oled tähise õigesti paigutanud tuleb joonise kõrvale tekst "Õige!".

m d r

2. Paiguta õigesti kohta järgmised tähised ja valemid.

$$V = \frac{1}{3} \cdot S_p \cdot h = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$$

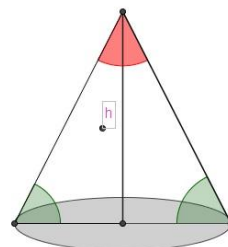
$$S_k = \pi \cdot r \cdot m \quad S_k + S_p = \pi \cdot r \cdot (r + m)$$

Põhja pindala:

Kõlgpindala:

Täispiindala:

Ruumala:



Õige!

Sisend:

Joonis 9. Tööleht 1 - Koonus

Koonus_tööleht2.ggb

Fail Redigeeri Vaade Võimalused Tööriistad Aken Abi Sisse logimine...

Arvutustabeli vaade Graafikavaade

	A	B	C	D
1	jkm	Raadius	Kõrgus	Moodustaja
2	N	2	5	
3	1	0	0	
4	2	0	0	
5	3	0	0	
6	4	0	0	
7	5	0	0	

KOONUS

Arvuta viie koonuse külgpindala, põhja pindala, täispindala ja ruumala, kui

Palun soonta arvutused eraldi antud töölehele kirjalikult. Kontrollida saad vastuseid arvutustabelist. Sisestatud peavad olema õigesti kõrgus, raadius ja moodustaja. Koma asemel kasuta punkti. Puuduvate suuruste saamiseks palun liiguta joonisel olevat kõrguse ja raadiuse liugurit. Vahel tuleb sul ka vajamineva suuruse saamiseks lihtsalt katsetada (liigutada tuleb sellisel juhul vastavalt, kas kõrguse või raadiuse liugurit).

- 1) kõrgus on 7 cm ja raadius on 3 cm.
- 2) kõrgus on 45 mm ja moodustaja on 53 mm.
- 3) moodustaja on 8 cm ning diameeter on 8 cm.
- 4) kõrgus on 50mm ja nurk raadiuse ning moodustaja vahel on 55°.
- 5) Diameeter on 10 cm ja kõrguse ning moodustaja vaheline nurk on 45°.

Külgpindala: $S_k = \pi \cdot r \cdot m$

Põhja pindala: $S_p = \pi \cdot r^2$

Täispindala: $S_t = S_k + S_p = \pi \cdot r \cdot (r + m)$

Ruumala: $V = \frac{1}{3} \cdot S_p \cdot h = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$

Joonis 10. Tööleht 2 - koonus

Kolmanda õppekomplekti teema oli **Pythagorase teoreem**. Eesmärk oli korrata üle, et õpilane oskaks leida jooniselt täisnurkse kolmnurga kaatetid, hüpotenuusi, arvutada Pythagorase teoreemi kasutades täisnurkse kolmnurga hüpotenuusi ja kaateti ning oskaks kasutada Pythagorase teoreemi geomeetriaülesannete lahendamisel.

Ekraanivideo valmistamiseks koostas töö autor esmalt ekraanivideo põhja (joonis 11) programmiga GeoGebra. Valmistatud ekraanipõhja kasutas autor, et korrata üle ja näidata kõiki täisnurkse kolmnurga külgede nimetusi ja asukohti ning, et korrata valemeid. Video kestvus oli kolm minutit.

Pythagorase teoreem - ekraanivideo.ggb

Fail Redigeeri Vaade Võimalused Tööriistad Aken Abi Sisse logimine...

Pythagorase teoreem - kordamine

Valem

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$a = \sqrt{c^2 - b^2}$

$b = \sqrt{c^2 - a^2}$

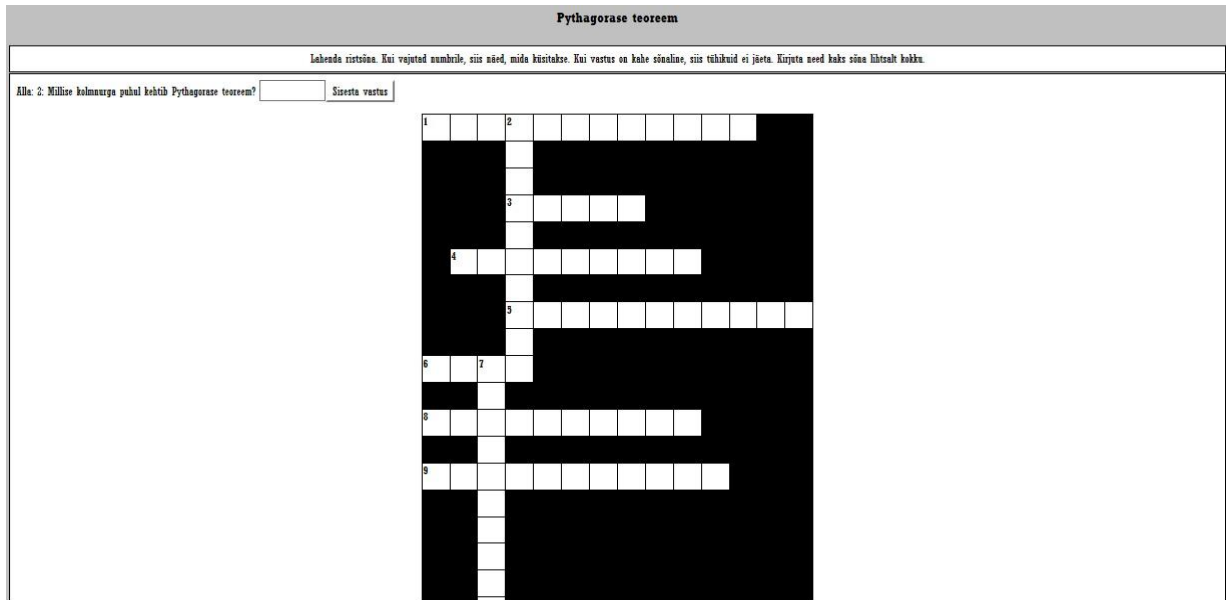
Kolmnurk

Tähistus

Sisend:

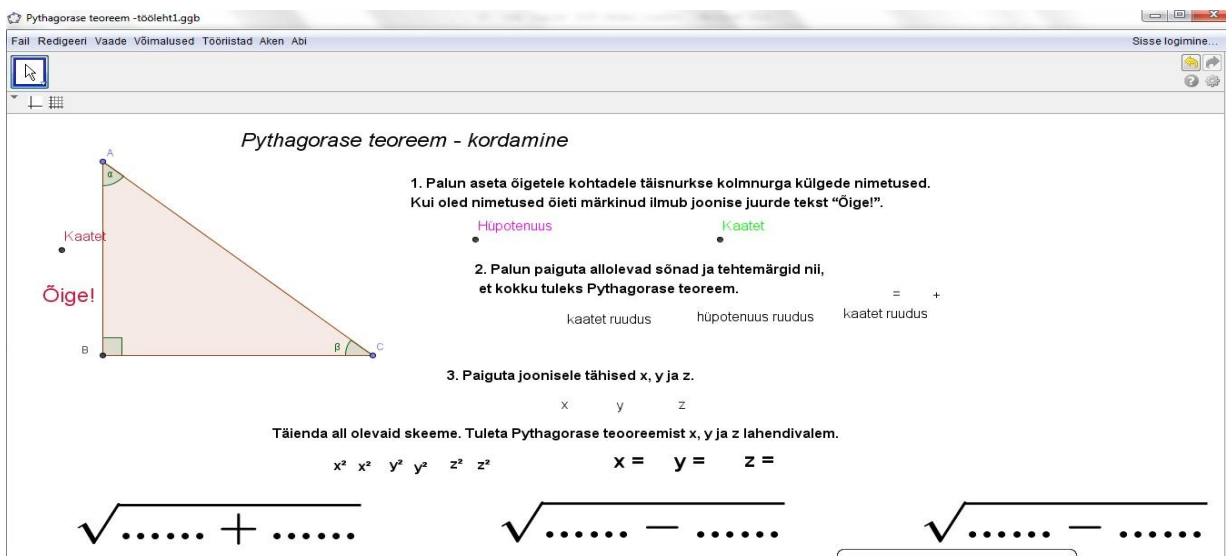
Joonis 11. Ekraanivideo põhi

Test (joonis 12) oli ristsõnana. Küsimustele vastamiseks tuli vajutada numbrile ja siis ilmus ekraanile küsimus. Küsimused olid Pythagorase teoreemi ja täisnurkse kolmnurga kohta.



Joonis 12. Test - Pythagorase teoreem

Õppekomplekti viimaseks osaks olid töölehed. Töölehed olid koostatud nii, et õpilased said koheselt oma tööle tagasiside. Esimese töölehe joonisel andis tagasiside märges „Õige!“, seda näiteks kui hüpotenuusi tähis oli paigutatud joonisel õigesti kohta. Teisel töölehel oli võimalik vastust kontrollida, kui asetada joonisel andmed nii, nagu olid piltidel. Esimene tööleht (joonis 13) oli mõistete ja valemite kordamiseks. Teine tööleht (joonis 14) sisaldas ülesandeid eluliste andmetega.



Joonis 13. Tööleht 1 – Pythagorase teoreem

Pythagorase teoreem - tööleht2.ggb

Fall Redigeeri Vaade Võimalused Tööriistad Aken Abi Sisse logimine...

PYTHAGORASE TEOREEM

Lahenda järgmised ülesanded vihikusse. Vastust saad kontrollida täisnurkse kolmnurga jooniselt. Kontrollimiseks pane liugurite abil joonisele vajalikud mõõtmed. Joonisel olevad mõõtmed on detsimeetrites.

1. Sauna seinast vastu pandi 2,40 m pikkune redel. Redeli alumine ots oli sauna seinast 1,10 m kaugusel. Kui kõrgele sauna seinast ulatus redel?
2. Peetril oli vaja kinni lüüa uks, et võõrad maja ei läheks. Kui pikk peab see latt olema, kui ukse mõõtmed on 2,05 m ja 1,10 m?
3. Pille telgil oli katki läinud nõör, mis hoidis telki püsti. Telgi kõrgus oli 1,35 m ja Pille tahtis nõõri kinnitada 1,80 m kaugusele telgi küljest. Kui pikka nõõri oli Pillel vaja?
4. Siim teeb kodu remonti. Tal on vaja tuppä tuua ruudukujuline kipsplaat, mille külg on 2,45 m. Kas kipsplaat mahub uksest sisse, mille mõõtmed on 1,20 m ja 2,20 m?

Joonis 14. Tööleht 2 – Pythagorase teoreem

Neljanda õppekomplekti teema oli **täisnurkse kolmnurga lahendamine**. Eesmärk oli korrata üle, et õpilane oskaks leida jooniselt teravnurka, vastaskaatetit, hüpotenuusi ja lähiskaatetit ning arvutada teravnurka, vastaskaatetit, hüpotenuusi ja lähiskaatetit.

Ekraanivideo valmistamiseks koostas töö autor esmalt ekraanivideo põhja (joonis 15) programmiga GeoGebra. Valmistatud ekraanipõhja kasutati täisnurkse kolmnurga külgede nimetuste kordamiseks, nende asukohtade näitamiseks ja valemite kordamiseks. Video kestvus oli peaaegu kuus minutit.

Täisnurkse kolmnurga lahendamine -ekraanivideo.ggb

Fall Redigeeri Vaade Võimalused Tööriistad Aken Abi

Täisnurkse kolmnurga lahendamine - kordamine

Kolmnurk
 Nurk α
 Vastaskaatet
 Lähiskaatet
 Hüpotenuus

Nurk β
 Vastaskaatet
 Lähiskaatet
 Hüpotenuus

$\sin \alpha = \frac{\text{vastaskaatet}}{\text{hüpotenuus}}$
 $\cos \alpha = \frac{\text{lähiskaatet}}{\text{hüpotenuus}}$
 $\tan \alpha = \frac{\text{vastaskaatet}}{\text{lähiskaatet}}$

Joonis 15. Ekraanivideo põhi

Test (joonis 16) koosnes kümnest küsimusest. Küsimused olid täisnurkse kolmnurga lahendivalemite kohta. Vastused olid valikvastustena või tuli lünka ise kirjutada.

Täisnurkse kolmnurga lahendamine
Lahenda järgmised ülesanded

1 / 10 [Järgmine küsimus](#)

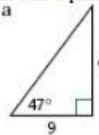
Antud hüpoteenus ja vastaskaatet. Vaja leida teravnurk. Mida kasutad?

- a. Siinuse definitsiooni
- b. Tangensi definitsiooni
- c. Koosinuse definitsiooni

[Kontrolli](#)

[Eelmine küsimus](#) 6 / 10 [Järgmine küsimus](#)

Kuidas leiad d pikkuse?

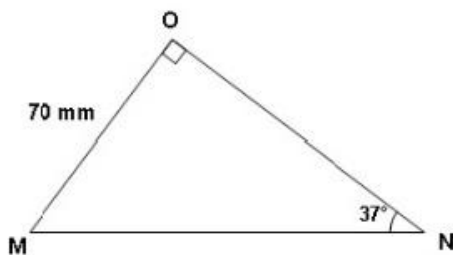


- a. $d = 9 \cdot \tan 47^\circ$
- b. $d = 9 \cdot \cos 47^\circ$
- c. $d = 9 \cdot \sin 47^\circ$

[Kontrolli](#)

[Eelmine küsimus](#) 7 / 10 [Järgmine küsimus](#)

Leia MN pikkus millimeetri täpsusega?



[Kontrolli](#)

Joonis 16. Test – Täisnurkse kolmnurga lahendamine

Õppekomplekti viimaseks osaks olid töölehed. Töölehed olid koostatud nii, et õpilased said koheselt oma tööle tagasiside. Esimese töölehe joonisel andis tagasiside märges „Õige!“, seda näiteks kui vastaskaatet paigutad õigesti punkti küsitud nurga suhtes. Teisel töölehel oli võimalik vastuseid kontrollida, asetades joonisele andmed nii nagu oli tekstis või pildil antud. Esimene tööleht (joonis 17) oli mõistete ja valemite kordamiseks. Teine tööleht (joonis 18) sisaldas ülesandeid eluliste andmetega.

Täisnurkse kolmnurga lahendamine - tööleht 1.ggb

Fail Redigeeri Vaade Võimalused Tööriistad Aken Abi

Täisnurkse kolmnurga lahendamine - kordamine

1. Palun paiguta järgmised sõnad õigele punktiirile.

vastaskaatet	lähiskaatet	hüpoteenus
vastaskaatet	lähiskaatet	hüpoteenus

$\sin \alpha = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$ $\cos \alpha = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$

$\tan \alpha = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$

2. Palun aseta õigetele kohtadele joonisel nurga α lähiskaatet ja vastaskaatet. Kui oled õigesti paigutanud, tuleb joonise kõrvale "Õige!".

3. Palun aseta õigetele kohtadele joonisel nurga β lähiskaatet ja vastaskaatet. Kui oled õigesti paigutanud, tuleb joonise kõrvale "Õige!".

4. Palun aseta joonisele kaateti BC vastasnurk ja lähisnurk. Kui oled õigesti paigutanud, siis tuleb joonise kõrvale "Õige!".

Sisend:

Joonis 17. Tööleht 1 – Täisnurkse kolmnurga lahendamine

Täisnurkse kolmnurga lahendamine - tööleht 2.ggb

Fail Redigeeri Vaade Võimalused Tööriistad Aken Abi

Täisnurkse kolmnurga lahendamine - kordamine

Arvuta täisnurkse kolmnurga kõik nurgad ja küljed. Vastuseid saad pärast kontrollida, kui liigutad kolmnurga tippu A ja C nii, et külgedele piik-kused ja nurgad on nagu sul ülesannetes antud.

- Üks kaatet on 3 m ja teine 9 m.
- Üks kaatet on 7 m ja tema lähisnurk on 47°.
- Üks kaatet on 7 m ja tema vastasnurk on 37°.
- Hüpoteenus on 12,3 m ja üks lähisnurk on 40°.

Arvuta maja katuse kaldenurgad

Vastuseid saad kontrollida pärast kõrvaleolevalt jooniselt, kui paned kõik mõõdud õigesti.

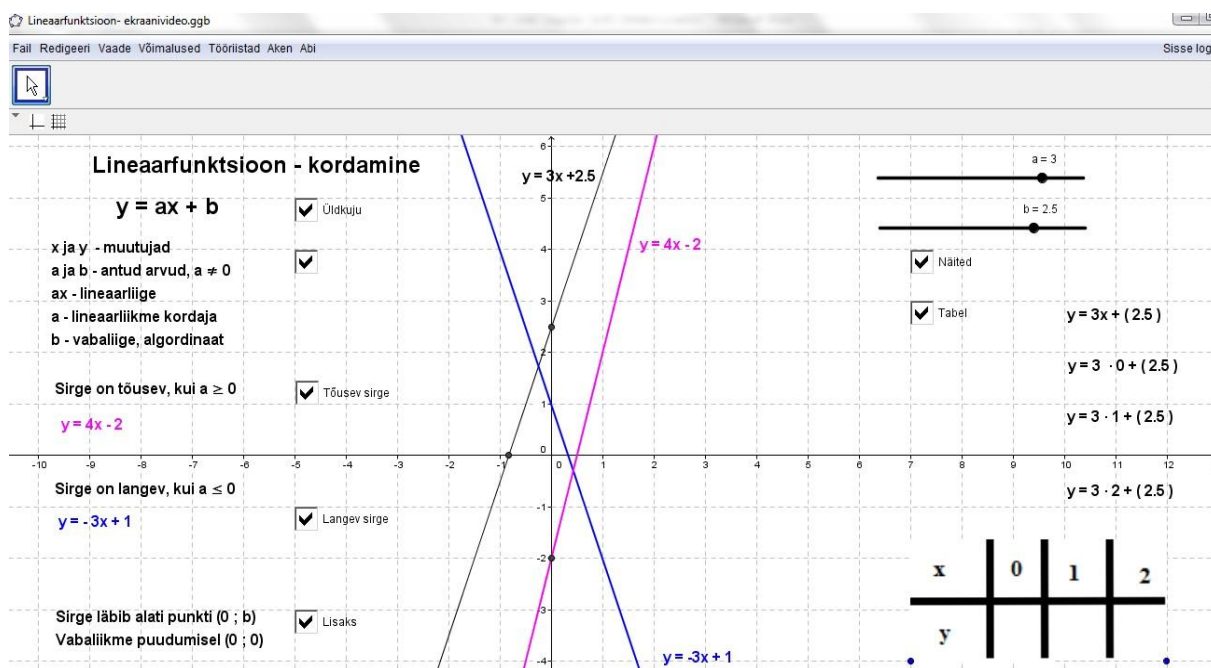
a b c

Sisend:

Joonis 18. Tööleht 2 – Pythagorase teoreem

Viienda õppekomplekti teema oli **lineaarfunktsioon**. Eesmärk oli veenduda, et õpilane oskaks joonestada lineaarfunktsiooni graafikut tabeli abil ja jooniselt välja lugeda lineaarfunktsiooni eeskirja.

Ekraanivideo tegemiseks koostas töö autor programmiga GeoGebra esmalt ekraanivideo põhja (joonis 19), mida autor kasutas selleks, et korrata üle ja näidata veel kord, mida 9. klassi õpilane peab lineaarfunktsioonist teadma. Video kestis üle viie minuti.



Joonis 19. Ekraanivideo põhi

Videole järgnes test (joonis 20), mis koosnes kümnest küsimusest. Küsimused olid lineaarfunktsiooni kohta. Vastused anti valikuna või õpilane pidi ise kirjutama lünka õige vastuse. Autor kasutas samuti pilte.

Lineaarfunktsioon

Lahenda järgmised ülesanded

1 / 10 Järgmine küsimus

Lineaarfunktsioonis on vabaliige

- A. b
- B. a
- C. ax
- D. y

Eelmine küsimus

5 / 10

Järgmine küsimus

Milline joon on funktsiooni $y = 5x + 3$ graafikuks?

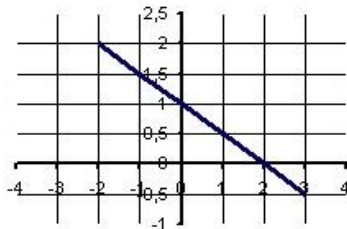
- A. Sirge, mis läbib koordinaatide algust (0; 0)
- B. Sirge, mis ei läbi koordinaatide algust (0; 0)
- C. Parabool
- D. Hüperbool

Eelmine küsimus

9 / 10

Järgmine küsimus

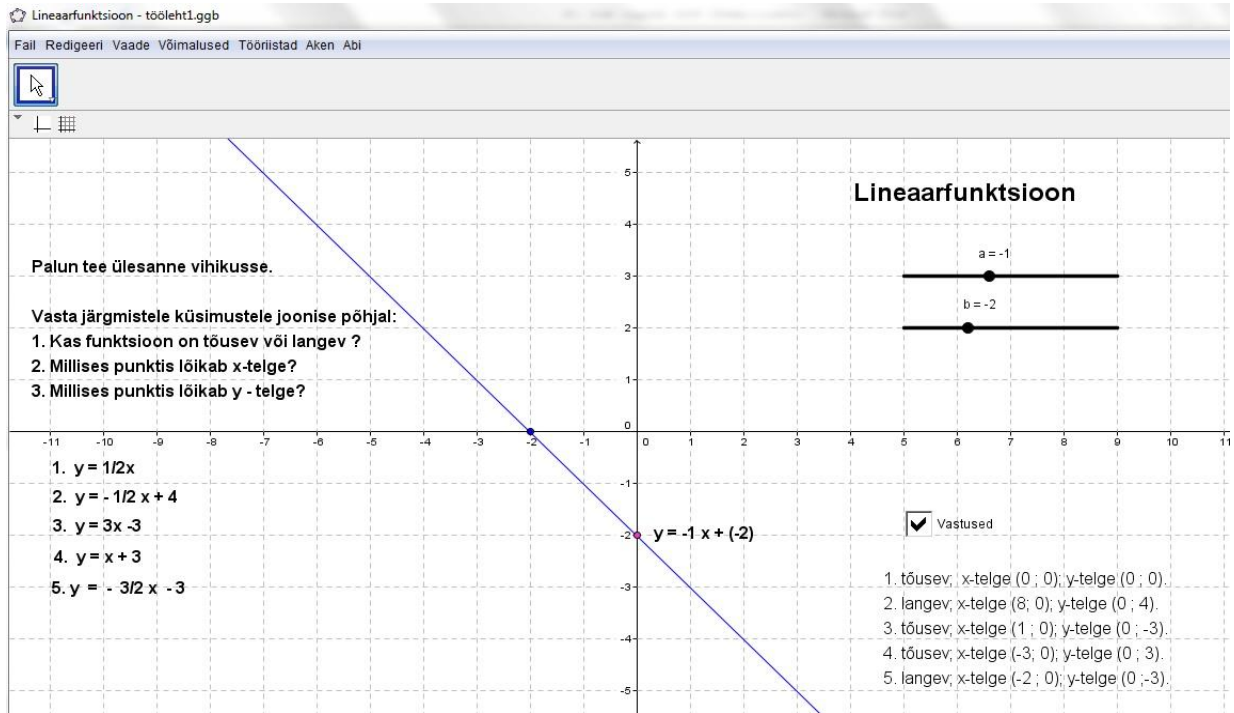
Millisele võrrandile vastab joonisel kujutatud graafik?



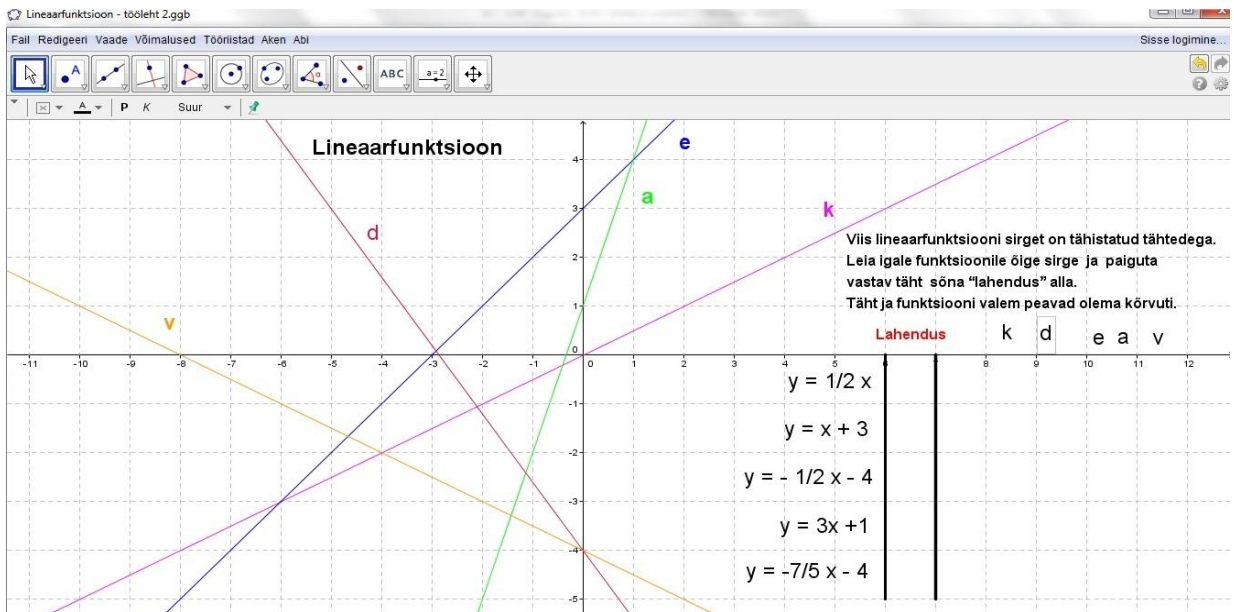
- A. $y = -0,5x$
- B. $y = -0,5x + 1$
- C. $y = 2x + 1$
- D. $y = -2x - 1$

Joonis 20. Test – Lineaarfunktsioon

Töölehed koostati nii, et õpilased said oma tööle vahetult tagasisidet. Esimesel töölehel esitati eraldi vastuste kastike. Teisel töölehel sai kohe vastust kontrollida, kui kõik tähed olid lahendusruutude sisse paigutatud. Esimene tööleht (joonis 21) oli langeva ja tõusva sirge kohta ning ka x- ja y-teljega lõikumise kordamiseks. Teine tööleht (joonis 22) sisaldas ülesannet, kus õpilane pidi jooniselt välja lugema lineaarfunktsiooni võrrandi valemit.



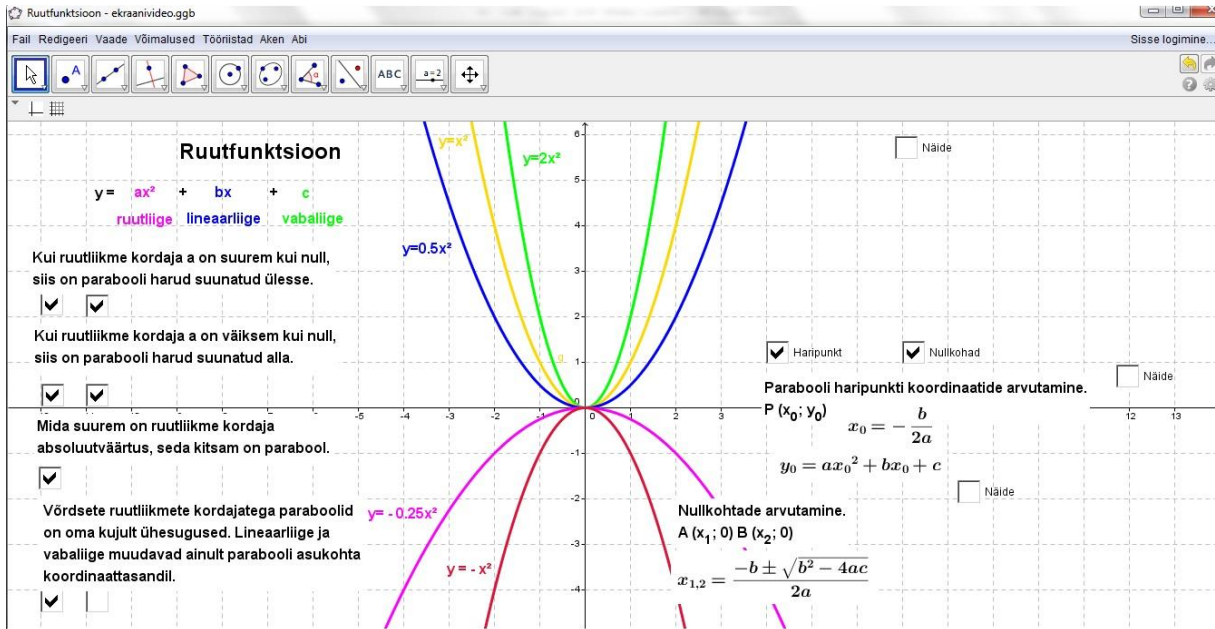
Joonis 21. Tööleht 1 – Lineaarfunktsioon



Joonis 22. Tööleht 2 – Lineaarfunktsioon

Kuuenda õppekomplekti teema oli **ruutfunktsioon**. Eesmärk oli veenduda selles, et õpilane oskab joonestada ruutfunktsiooni graafikut ja nimetada ruutliikme, lineaarliikme ja vabaliikme ning nende kordajad ja jooniselt välja lugeda ruutfunktsiooni nullkohad.

Ekraanivideo tegemiseks koostas töö autor programmiga GeoGebra esmalt ekraanivideo põhja (joonis 23), mida autor kasutas selleks, et korrata üle ja näidata veel kord, mida 9. klassi õpilane peab ruutfunktsioonist teadma. Video kestis seitse minutit.



Joonis 23. Ekraanivideo põhi

Ekraanivideole järgnes kaks testi. Esimene oli lünktekst (joonis 24) ruutfunktsiooni teoreetilise osa kohta. Teine test sisaldas nelja küsimust ruutfunktsiooni graafikute kohta (joonis 25). Vastused anti valikutena. Testides kasutas autor ka pilte.

Ruutfunktsioon
Täida lüngad

Ilgasse lünka kirjuta üks sõna.

Ruutfunktsiooni graafikuks on . Ruutfunktsiooni üldkuju on $y =$ $+$ $+$. Mida on ruutliikme kordaja, seda kitsam on . Kui kordaja on kui null, siis harud on suunatud üles. Kui ruutliikme kordaja on aga väiksem kui , siis on parabooli harud suunatud . Võrdsete ruutliikmete kordajatega paraboolid on oma kujult . ja muudavad ainult parabooli asukohta koordinaattasandil.

Joonis 24. Test 1 – Ruutfunktsioon

Ruutfunktsioon - 2

Lahenda järgmised ülesanded

[Eelmine küsimus](#)

3 / 4

[Järgmine küsimus](#)

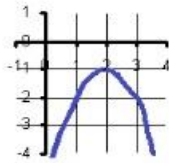
Miline joon on funktsiooni $y = -x^2 - 3x + 2$ graafikuks?

- A. Sirge, mis läbib koordinaatide algust
- B. Hüperbool
- C. Sirge, mis ei läbi koordinaatide algust
- D. Parabool

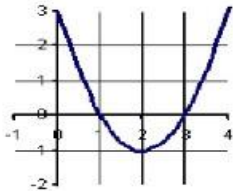
1 / 4

[Järgmine küsimus](#)

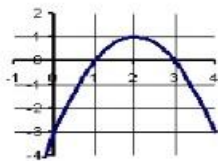
Määrake funktsiooni $y = -x^2 + 4x - 3$ graafik.



A.



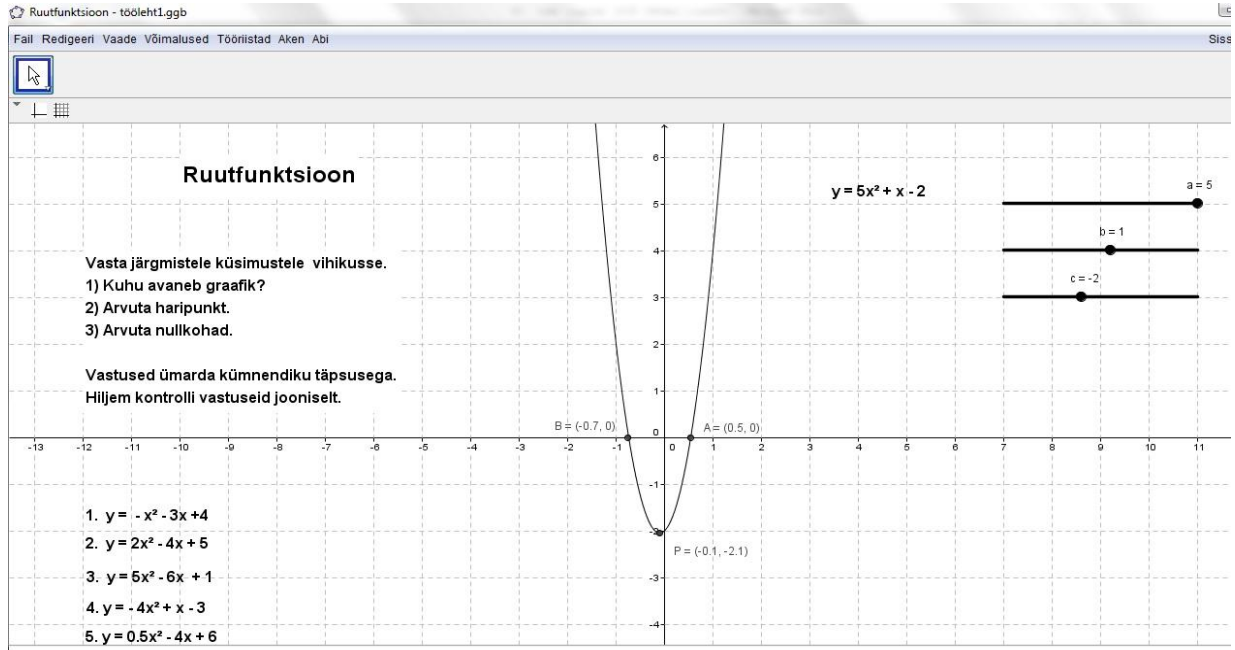
B.



C.

Joonis 25. Test 2 – Ruutfunktsioon

Õppekomplekti viimane osa oli tööleht. Tööleht (joonis 26) koostati selliselt, et õpilased said oma tööle vahetult tagasisidet. Õpilane pidi paigutama õigesti a, b ja c liugurid ning saigi kontrollida vastust.



Joonis 26. Tööleht – Ruutfunktsioon

Kui kogu õppematerjali koos õppekomplekti said valmis, siis tegi töö autor õppematerjalile kodulehe Weebly keskkonnas. Sinna pani autor ülesse kogu õppematerjali. Koduleht (joonis 27) asub internetiaadressil: <http://matemaatika9kl.weebly.com/>.

MATEMAATIKA 9.KLASSILE

AVALEHT PÕÖRDKEHAD TÄISNURKNE KOLMNURK FUNKTSIOON

TERE TULEMAST!

Siit lehelte leiate kuu õppekomplekti tööks 9.klassi ajutiste õpiraskustega õpilastele. Üks õppekomplekt koosneb ekraanivideost, testist ja 1-2 töölehest. Olemas on ka õpetajale mõeldud tunnikava. Õppekomplektid on valminud magistritöö raames.

Mõnusat õppekomplektide kasutamist!

Mari-Liis Kolk

Joonis 27. Kodulehe avakuva

Tegevusuuringu III etapp

Kolmas etapp oli tegutsemine ja see toimus märtsist 2014 kuni aprillini 2014. Töö autor tegi õpilastega läbi kõik kuus õppekomplekti. Ühe komplekti läbimine võttis aega 45 minutit. Õpilastel tuli pärast õppekomplekti läbimist anda hinnang õppekomplektile tagasiside küsimustikku kasutades.

Ekspert-õpetajatele saadeti e-kiri õppematerjali asukoha kohta ning paluti anda õppematerjalile tagasisidet. E-kirja manuseks saadeti tagasiside küsimustik.

Tegevusuuringu IV etapp

Neljas etapp oli hindamine ja see toimus samaaegselt tegevusuuringu III etapiga. Selles etapis analüüsis autor õpilastelt ja ekspert-õpetajatelt saadud tagasisidet. Nimetatud analüüsi esitas autor uurimisküsimuste kaupa.

1. Kuivõrd on õppematerjal sobilik (jõukohane, tekitab huvi teema vastu, arusaadav sõnastus, sobilik iseseisvaks tööks) ajutiste õpiraskustega õpilastele nende endi hinnangul?

Kogu õppematerjali hindasid õpilased neile jõukohaseks. Ekraanivideo ja töölehe täitmine tegid nende arvates teemat huvitavamaks. Pigem olid õpilased nõus, et kogu komplekt aitas neil teemat paremini mõista. Õpilaste hinnangul olid testis ja ekraanivideos kasutatud joonised pigem kergesti mõistetavad. Nad tõid meeldivana välja selle, et neil oli võimalik kogu õppekomplekt täita iseseisvalt.

Ettepanekud:

- ✓ Silindri ja koonuse ekraanivideo heli soovitati reguleerida kõvemaks.
- ✓ Koonuse testi küsimused võiksid olla veel selgemad.
- ✓ Pythagorase teoreemi testis võiks teksti esitada lausena.
- ✓ Lineaarfunktsiooni õppekomplektis võiks õpetaja rohkem aidata.

2. Mil määral on koostatud õppematerjal ajutiste õpiraskustega õpilastele sobilik (jõukohane, terviklikkus, joonised mõistetavad, arusaadav sõnastus, sobilik iseseisvaks tööks) ekspert-õpetajate hinnangul?

Ekspert-õpetajatelt saadud tagasisidest nähtus, et õppematerjal on sobilik õpilastele iseseisvaks tööks, sest see on neile jõukohane ja arusaadavalt sõnastatud. Joonised on mõistetavad ja kogu komplekt on terviklik. Ülesanded lähevad kergemast raskemaks ja hea on see, et iga õpilane saab teha ülesandeid omas tempos.

Tegevusuuringu V etapp

Viies etapp oli õppematerjali täpsustamine ja see viidi läbi aprillist 2014 kuni maini 2014. Lähtudes teoreetilisest kirjandusest ning materjali katsetamise, ekspert-õpetajate ja õpilaste tagasiside tulemustest, tehti õppekomplektidesse järgmised parandused ja muudatused, mis esitatakse õppekomplektide kaupa.

3. Kuidas on vaja õppematerjali muuta või täiendada, et see sobiks ajutiste õpiraskustega õpilastele?

Järgnevalt on ära toodud ettepanekud, mis viidi sisse vastavalt õppematerjali koostamise nõuetele või soovitudele tuginedes teooriale.

Silinder*Ekraanivideo*

Täispindala ja ruumala valemeid pole mõtet pikalt õpetada, kuna õpiraskustega lapsed ei suuda pikki valemeid rakendada.

Hääl tugevamaks.

Test

Test võiks arvestada kirjavigadega.

Kirjastiili tuleks muuta.

Pinnalaotuse testis võiks valikud olla järjestatud, kas väike tähtedega või numbritega.

Tööleht 1

Tähiste ja valemite paigutamisel ei teki kohest tagasisidet.

Tööleht 2

Tagasisides võiksid olla ainult vajalikud vastused.

Koonus*Video*

Ruumilisele kujundile lisaks peaks olema koonuse pinnalaotus.

Moodustaja tähist - m võiks moodustajale lähemale tuua ja valemid võiks suurema kirjaga olla.

Hääl tugevamaks

Test

Kirjastiili võiks muuta.

Tööleht 1

Tagasiside oleks vajalik. Tähiste ja valemite paigutamisel võiks olla luba ainult õigele paigutusele.

Kui joonisel annaks täiendada seost tähiste ja hinnangu vahel- oleks hea. Vasakpoolsele moodustajale ei anna üldse m tähe panekul hinnangut õige. Õpilasel tekib tunne, et see ei olegi moodustaja.

Kasutaks ruumalavalemina teist kirjepilti $V = Sp \cdot H/3$ kaldkriipsu asemel murrujoon. (Kogemus on, et murd $1/3$ seal ees ei ole õpilastele meelepärane, miskipärast kardavad murdusid. Aga kui kirjutada murrujoone alla 3, siis nad võtavad seda kui jagatist.)

Tööleht 2

Mõni antud tekstidest võiks olla seotud eluliste andmetega.

Pythagorase teoreemVideo

Ekraanile võiks tulla Pythagorase teoreem ka sõnadega. Väga oluline on ta teaks sõnadega, millega võrdub kaatet ja millega hüpotenuus. Mina üldjuhul tähtedega ei õpeta.

Test

Muudaks kirjastiili

Tööleht 1

Häirib, et üks kaatet on õigem kui teine, s.t. et see kommentaar õige tuleb kaateti juurde ainult ühe kaateti juures, kui lisad sama sõna teise kaateti juurde, siis seal ta enam õige ei ole. Kui võimalik, siis eelpool öeldu muuta, et oleks üheselt õige kaateti lisamine. Või siis peaks olema mingi kommentaar selle õigsuse saamise osas.

Puudub kiire tagasiside ülesannete 2 ja 3 puhul.

Tööleht 2

Üks ül. oli kaateti leidmise kohta, kolm hüpotenuusi leidmise kohta, võinuks pooleks ülesandeid olla. Kuid samas positiivne, et ülesanded sisult erinevad ja situatsioonid erinevad. Ilmselt ühe tunni jooksul rohkem õpiraskusega õpilased palju ei jõuagi, kuid ma lisaks kaateti pikkuse leidmise ül. juurde või vahetaks hüpotenuusi leidmise kaateti leidmise vastu välja.

Täisnurkse kolmnurga lahendamineVideo

Lisaks võiks esitada seoseid valemitega ja tuua näide kaateti või hüpotenuusi leidmiseks.

Test

Kirjastiil vajaks muutmist.

Tööleht1

Kui võimalik, siis õigeks lugemist terve lähiskaateti ulatuses, kuid tundub, et see on programmi küsimus. Ja kui õpilased on korra juba läbi teinud analoogilisi ülesandeid, siis ei teki sellest ilmselt probleemi.

Ülesandele 1 võiks saada tagasisidet

LineaarfunktsioonVideo

Põhikoolis õpitakse eraldi võrdelist seost ja lineaarfunktsiooni. Kui vabaliige b on null, siis on tegemist juba võrdelise seosega. Ka tõusva ja langeva sirge mõistetest ei räägita põhikoolis, see jääb gümnaasiumi. Avita õpikutes on küll juttu ka sirge tõusust, aga see on isegi keskmisele õpilasele raske. Rääkida milliseid veerandeid millal läbib graafik.

Kui joonestada sirget tabeli meetodil, siis peaks rõhutama, et sirge on määratud kahe punktiga ja järelikult piisab, kui võtame tabelisse kaks punkti.

Tabelisse võiksid tekkida ka y -i väärtused.

Test

3 ja 6 ül. ei saa küsida, millistes punktides graafik lõikab x või y telge. Sirge lõikab x telge ainult ühes punktis. 1 ja 2. ül küsimuses võiks juures olla ka funktsiooni üldkuju.

Minu jaoks jällegi kirja font väga halb lugeda. Kas neis testides ei saaks seda muuta?.

Tööleht1

Näitaks vastuseid eraldi - iga ülesande jaoks eraldi.

1.küsimus: Kas funktsioon on tõusev või langev? Peab olema: Kas sirge on tõusev või langev? Ekraanivideos pole selgitatud, kuidas leida sirge ja x -telje lõikepunkti, kuid töölehes küsitakse seda.

Tööleht 2.

Tagasiside saamine on oluline, kuid siin on võimalik proovimise teel lihtsalt ka õige vastus kätte saada. Annaks hinnangu siis, kui kõik on vastused- tähed on lahenduse lahtris on oma kohale ära asetatud

Annab kohe kas vastus õige . Arvan et õpiraskustega õpilane ei hakka üldse mõtlema, mis õige, vaid lihtsalt lohistab tähe õigesse kohta. Vastus võiks lõpus tulla. Lisaks olen

täheldanud, et ka siis kui tuleb kokku mingi sõna, siis üldjuhul ei mõelda ülesande lahendusele, vaid mis sõna kokku tuleb. ja sisuliselt jääb ül lahendamata.

Kinnitust "Õige" poleks vaja; lahendussõna tähed paigutada vastupidi.

Ruutfunktsioon

Video

Mind jällegi pisut häiris see, et mõisted ruutliige, lineaarliige ja vabaliige on sama värvi, mis teljestikku hiljem tekkinud paraboolid. Siin võiks erinevad värvid olla, sest muidu on oht, et tekib seos mõiste ruutliikme ja sama värvi parabooli vahel. Võiks need värvid erinevad olla. Parabooli laius sõltub ruutliikme kordajast. Peab ütleva, et mida suurem on ruutliikme kordaja absoluutväärtus, seda kitsam on parabool.

Test

Kui on võimalik, siis anda vastuse variantidesse teisi sõnavalikute võimalusi veel. Ja lisaks täida lüngad valides õige sõna.

1. ülesande vaataks testis nr. 2 üle

Tööleht

Kas 2. ül. juures ei peaks ütleva - arvuta haripunkti koordinaadid?

Kuna õppematerjal koosneb kuuest komplektist ja iga komplekt koosneb ekraanivideost, testist ja töölehest, siis muudatus- või täiendusettepanekud kordusid. Ekraanivideos oli kõige enam soovitusi seoses heli tugevusega, nimelt oli osade õppekomplektide helikvaliteet halb. Hääl oli liiga vaikne. Teiseks soovitati muuta suulise kõne sõnastust. Üks õppekomplekt sisaldas mõisteid, mida põhikoolis enam ei õpetata ja sellest tulenevalt tuli video ümber teha. Oli ka ettepanekuid, kuidas mõisteid lihtsamini või arusaadavamalt öelda või seletada. Ekspert-õpetajad andsid ühtlasi soovitusi jooniste värvide kohta. Kuna õpiraskustega õpilaste jaoks on oluline visualiseerimine ja näitlikustamine, siis autor muutis visuaalse abimaterjali värvi valikut. Testis soovitati muuta kirjastiili, autor tegi selle muudatuse materjali. Teiseks soovitati testis muuta ka jooniste nummerdust. Kuivõrd need soovitused tulenesid ekspert-õpetajate pikaajsest töökogemusest, siis töö autor arvestas ka nendega. Kolmandaks soovitati muuta testis olevate ülesannete sõnastust. Töö autor viis need soovitused materjali sisse, kuivõrd materjali katsetamisel tekkis mõnel õpilasel samuti küsimus, mida ühe või teise küsimusega teada soovitakse. Viimane osa oli tööleht. Kõige enam tehti ettepanekuid seoses tagasiside saamisega. Algselt puudus osade ülesannete puhul tagasiside saamise võimalus üldse. Kui töö autor katsetas õppematerjali õpiraskustega õpilaste tunnis, siis tekkis neil seal

küsimus, et kust saab õpilane teada, kas ta on kõik õigesti. Vaheku tagasiside olulisuse tõttu otsis autor GeoGebra programmist võimalusi, kuidas sellist tagasisidet anda. Kõik ülesanded, kus algselt tagasiside andmist ei olnud, tegi autor ümber. Muudatusettepanekud või soovitused puudutasid ka ülesannete sõnastust ja õppekomplektis elulisemate ülesannete kasutamist. Eelnevast lähtudes ja ühtlasi tuginedes ekspert-õpetajate soovitustele, tegi autor materjali vajalikud muudatused.

Arutelu

Esimene uurimisküsimus oli, et kuivõrd on valminud õppematerjal sobilik õpiraskustega õpilastele nende endi hinnangul. Õpilastelt saadud tagasisidest nähtus, et nad hindasid kogu õppematerjali enda jaoks jõukohaseks. Ekraanivideo ja töölehe täitmine tegid nende arvates teemat huvitavamaks. Pigem olid õpilased nõus, et kogu komplekt aitas neil teemat paremini mõista. Õpilased märkisid, et testis ja ekraanivideos kasutatud joonised olid neile pigem kergesti mõistetavad. Õpilastele meeldis, et nad said kogu õppekomplekti täita iseseisvalt. Seega arvestab loodud õppematerjal igati õpilaste arengu vajadusega. Õpilaste tagasisidest nähtub, et koostatud õppematerjalide puhul realiseerus Pihlapi (2006, 2010) uurimustes ja Piret Luige doktoritöös (2004) väljendatud seisukoht, mille kohaselt arvuti kasutamine muutis õpilaste jaoks õppimist põnevamaks, lihtsamaks, lõbusamaks, arusaadavamaks ja motiveerivamaks. Seda seisukohta on väljendatud ka teistes uurimustes (Baki & Güvel, 2008; Dogan & Icel, 2011; Peltenburg et al., 2009; Tambovtseva, 2011).

Teine uurimisküsimus oli, mil määral on koostatud õppematerjal õpiraskustega õpilastele sobilik ekspert-õpetajate hinnangul. Ekspert-õpetajatelt saadud tagasisidest tuli välja, et õppematerjal on sobilik õpilastele iseseisvaks tööks, sest see on neile jõukohane ning arusaadavalt sõnastatud. Joonised on mõistetavad ja kogu komplekt on terviklik. See on kooskõlas ka Rebase (2010) ning Zhang et al. (2012) leitunga, mille kohaselt on oluline lahendatavate probleemide visualiseerimine, mis võimaldab lastel geomeetria ülesandeid paremini lahendada. Ekspert-õpetajad tõid ühtlasi välja, et sobiv on, et ülesanded lähevad kergemast raskemaks. Samuti on ekspert-õpetajate hinnangul hea see, et iga õpilane saab teha ülesandeid omas tempos. Õpilase omas tempos liikumise vajadust on rõhutanud ka Rebane (2010), mistõttu saab öelda, et koostatud õppematerjal arvestab ka sellest vaatenurgast ajutiste õpiraskustega õpilaste vajadustega.

Et õppematerjali veel edasi arendada ja täiendada, siis selle pinnalt tekkis ka kolmas uurimisküsimus, kuidas on vaja õppematerjali muuta või täiendada, et see sobiks ajutiste õpiraskustega õpilastele. Kuna õppematerjal koosneb kuuest komplektist ja iga komplekt koosneb ekraanivideost, testist ja töölehest, siis muudatus- või täiendusettepanekud kordusid. Ekraanivideos oli kõige enam soovitusi seoses heli tugevusega, nimelt oli osade õppekomplektide helikvaliteet halb. Hääl oli liiga vaikne. Teiseks soovitati muuta suulise kõne sõnastust. Üks õppekomplekt sisaldas mõisteid, mida põhikoolis enam ei õpetata ja sellest tulenevalt tuli video ümber teha. Ka Plado (2005) rõhutab, et õppematerjal peab

vastama õppekavale. Oli ka ettepanekuid, kuidas mõisteid lihtsamini või arusaadavamalt öelda või seletada. Need soovitusel põhinesid ekspert-õpetajate pikal tööstaazil ja töö autor arvestas nende ettepanekutega õppematerjali muutmisel. Ekspert-õpetajad andsid ühtlasi soovitusi jooniste värvide kohta. Kuna õpiraskustega õpilaste jaoks on oluline visualiseerimine ja näitlikustamine ning ka Rebane (2010) on märkinud, et erinevad värvid aitavad õpilastel arutluskäiku hästi jälgida, siis autor muutis visuaalse abimaterjali värvide valikut. Testis soovitati muuta kirjastiili. Autor tegi selle muudatuse materjali, sest võib arvata, et materjali hinnante arvamusel kohaselt ei vastanud kirjastiil Plado (2005) väljendatud selguse nõudele. Ühtlasi on Eesti Infotehnoloogia SA (2012) välja antud juhendis rõhutatud õige kirjastiili valiku olulisust. Teiseks soovitati testis muuta ka jooniste numbrid. Kuivõrd need soovitusel tulenesid ekspert-õpetajate pikaajastest töökogemusest, siis töö autor arvestas ka nendega. Kolmandaks soovitati muuta testis olevate ülesannete sõnastust. Töö autor viis need soovitusel materjali sisse, kuivõrd materjali katsetamisel tekkis mõnel õpilasel samuti küsimus, mida ühe või teise küsimusega teada soovitakse. Viimane osa oli tööleht. Kõige enam tehti ettepanekuid seoses tagasiside saamisega. Algselt puudus osade ülesannete puhul tagasiside saamise võimalus üldse. Kui töö autor katsetas õppematerjali õpiraskustega õpilaste tunnis, siis tekkis neil seal küsimus, et kust saab õpilane teada, kas ta on kõik õigesti vastanud. Peltenburgi et al. (2009) uuringu tulemused näitasid, et kui kasutada IKT-l põhinevat hindamist nõrgemate õpilaste puhul, siis on sellel positiivne mõju ka nende tulemustele. Sellest tuleneb, et pidev ja vahetu tagasiside on õpiraskustega õpilastele väga oluline. Kohese ja pideva tagasiside olulisust on käsitlenud ka Rebane (2010). Vahetu tagasiside olulisuse tõttu otsis autor GeoGebra programmist võimalusi, kuidas sellist tagasisidet anda. Kõik ülesanded, kus algselt tagasiside andmist ei olnud, tegi autor ümber. Seega muudetud õppematerjal vastab ka selles küsimuses õpiraskustega õpilaste vajadustele. Muudatusettepanekud või soovitusel puudutasid ühtlasi ülesannete sõnastust ja õppekomplektis elulisemate ülesannete kasutamist. Ka Steele (2010) ja Kibala (2012) on rõhutanud, et ülesanded, mida õpetajad õpiraskustega õpilastega teevad, peavad olema sisult elulised, sest muidu ei teki õpilastel huvi lahendatavate ülesannete vastu. Eelnevast lähtudes ja ühtlasi tuginedes ekspert-õpetajate soovitusel, tegi autor materjali vajalikud muudatusel. Muudatusel sisseviimise järgsel vastab õppematerjal igakülgsel ajutiste õpiraskustega õpilaste vajadustele.

Õppematerjali katsetamise tulemustest võib autor järeldada, et sellised õppekomplektid oleksid sobilikud tööks ajutiste õpiraskustega õpilastega, sest autor täheldas nii õpilaste huvi

Õppematerjali vastu kui sai ka õpetajatelt positiivset tagasisidet õppematerjali kohta. Ekspert-õpetajad uurisid töö autorilt, et kas nad võivad seda õppematerjali ka hiljem oma töös kasutada, sest õppematerjal on hea, kuid neil endal ei ole ei oskuseid ega aega sellise materjali koostamiseks. Autori koostatud õppematerjal on kättesaadav kõigile matemaatikaõpetajatele, sest see on juba praegu avalikult üleval Weebly keskkonnas. Autori hinnangul võiksid õpetajad omavahel rohkem taolisi vahendeid jagada, et üksteist abistada ja seeläbi soodustada oma õpilaste arengut.

Autor mõnab, et töö piiranguks tuleb pidada liiga väikest valimit. Kuna õppematerjali väljatöötamises ja katsetamises osales vaid viis ajutiste õpiraskusega õpilast ja kolm ekspert-õpetajat, siis ei võimalda see uurimuse tulemusi üldistada. Kuivõrd käesoleva uurimuse raames küsitletute arv oli väike, siis ei ole autoril võimalik välistada, et küsitletute arvu suurenemisel lisanduksid materjali parandamiseks ettepanekud ja soovitused, mida käesolevas uurimuses ei esitatud. Seetõttu sobib autori arvates käsitleda käesolevat uurimust pilootuuringuna ning käesolevas töös saadud tulemuste ja tehtud järelduste pinnalt on võimalik kavandada järgnevat uurimusi. Käesoleva töö pinnalt saadud julgustava tagasiside põhjal leiab autor, et teema väärib edaspidist käsitlemist ja ühtlasi tasuks laiendada õppekomplektide temade ringi.

Kokkuvõte

Magistritöö eesmärk oli koostada IKT vahenditel põhinev matemaatika õppematerjal 9. klassi ajutiste õpiraskustega õpilastele. Uurimismeetodina kasutati tegevusuuringut. Valimi moodustasid viis ajutise õpiraskusega õpilast ja kolm ekspert-õpetajat. Mõõtevahendiks kasutati tagasiside küsimustikku, mille arvulisi andmeid analüüsiti aritmeetilist keskmist leides, kuid tekstilisi küsimusi analüüsiti arvestades sisuanalüüsi.

Tulemused jagunesid viieks: diagnoosimine - eelteadmised õppematerjali loomiseks; tegevuse planeerimine - õppematerjali infoandmete koondamine ja õppematerjali koostamine; tegutsemine - õppematerjali katsetamisviisi valik ja õppematerjali kasutamine katsetamise eesmärgil; hindamine - tagasiside küsimustike tulemustest lähtuvalt õppevara hindamine ja õppematerjali kohta järelduste tegemine ning ettepanekud parandamiseks; õppimise täpsustamine - muudatuste sisseviimine.

Eelteadmisi kogus töö autor vastavasisulistest teoreetilistest materjalidest (Booth, Thomas, 2000; Eesti Infotehnoloogia SA, 2012; Jayanthi et al., 2008; Mayer, 2002, 2003; Mayer & Moreno, 2003; Mikk, 2000; Plado, 2005; Põhikooli riiklik õppekava, 2011; Rebane, 2009, 2010). Autor jälgis, et õppematerjal oleks hästi visualiseeritud, selgesti ja lihtsalt sõnastatud. Õpilane saab kiiret ja vahetut tagasisidet ning ise valida endale sobiva töötempo. Oluline on, et õppematerjal motiveerib õpilast, seepärast koostatigi just IKT vahenditel põhinev õppematerjal. Varasematest uuringutest (Baki & Güvel, 2008; Dogan & Icel, 2011; Luik 2004; Peltenburg et al., 2009; Pihlap, 2006, 2010; Tambovtseva, 2011) selgus, et arvutite kasutamine õppetegevuses innustab õppima ja on tulemuslik. Töö autor koostas õppematerjali, mis koosnes kuuest terviklikust õppekomplektist, sisaldades ekraanivideot, testi ja töölehti. Õppekomplekti teemadeks on silinder, koonus, Pythagorase teoreem, täisnurkse kolmnurga lahendamine, lineaarfunktsioon ja ruutfunktsioon. Need on teemad, kus näitlikustamine on väga oluline ja kasutatakse IKT vahendeid. Õppematerjal loodi programmide GeoGebra, Screencast-O-Matic ja Hot Potatoese abil. Õppevahendite katsetamisel sujus kõik hästi. Õpilastele meeldis õppekomplekte täita, need oli jõukohased ja said õpilastelt kiitvat tagasisidet. Ekspert-õpetajate hinnang oli väga jaatav. Õppematerjal oli õpetajate arvates ajutiste õpiraskustega õpilastele jõukohane, hästi visualiseeritud, selgesti ja lihtsalt sõnastatud. Kasutatud ainekust annab kiiret tagasisidet, arvestab iga õpilase

töötempoga ja on motiveeriv. Sisse tuli viia parandusi ja õppematerjali täiustati veelgi ekspert-õpetajate ettepanekutele ja soovitudele ning teooriaosale tuginedes.

Seega said lahenduse ja vastuse kõik töös püstitatud uurimisküsimused. Edaspidi võiks koostada ajutise õpiraskustega õpilastele õppekomplekte algebra ja protsendi arvutamise teemal.

Summary

“Compiling ICT Based Study Material for Pupils with Temporary Learning Difficulties in Mathematics”

Learning is one very important activity throughout our lives. It also means that we all may encounter difficulties in different stages of our learning process. It is evident that abilities of pupils are different, but in addition to that some pupils may have specific problems (e.g. dyscalculia, dysgraphia, dyslexia etc.) and others may have temporary difficulties. In both cases these pupils have an educational special need. Based on data from EHIS (Estonian Educational Information System) on school year 2013/14 there is marked at least one educational special need for 24,749 pupils obtaining secondary education, it makes 22% of all the pupils obtaining secondary education. Temporary educational difficulty is marked for 8992 pupils obtaining secondary education, which makes 8% of all the students obtaining secondary education (EHIS, 2014).

Therefore the question, how to compile appropriate ICT based study material for pupils with temporary learning difficulties, is important to investigate. The author of the current theses had the aim to compile ICT based study material in mathematics for pupils with temporary learning difficulties. Feedback about study material is given by five pupils with temporary learning difficulty from 9th grade and by five expert teachers. Taking into account the feedback some adjustments and improvements will be made in study material.

On the basis of theory, principles of compiling a study material, and previous studies following research questions were created:

1. How suitable (feasible, induces interest towards the subject, understandable, formulation, suitability for independent work) is the study material for pupils with temporary learning difficulties on the basis of their own opinion?
2. To what extent is the study material suitable (feasible, integrity, understandable schemes, in other aspects understandable, formulation, suitability for independent work) for pupils with temporary learning difficulties on the basis of the opinion of expert teachers?
3. In what kind of aspects should the study material be changed or improved so that it would be suitable for pupils with temporary learning difficulties?

The author used the method of action research to investigate the aforementioned research questions. The sample was compiled out of five pupils with temporary learning difficulties and three expert teachers. Feedback questionnaire was used to collect the opinions of sample group. Numerical data was analysed by calculating arithmetic means and textual information was analysed by using content analysis.

The author of the thesis compiled study material that was comprised of six integral study sets which consisted in video, test and worksheets. Themes of study sets were cylinder, cone, the Pythagoras theorem, solving the right-angled triangle, linear function and square function. These are the topics where visual aids are very important and ICT means can be well used. While compiling the study material GeoGebra, Sceencast-O-Matic and Hot Potatoes were used. While testing the study material everything worked well. Pupils enjoyed fulfilling study sets, these materials were feasible and pupils gave approving feedback. Also expert teachers gave positive feedback. Expert teachers found that study material was feasible for pupils with temporary learning difficulties, they were well visualized, clearly and easily formulated. In addition to that they brought as positive out that study sets gave quick feedback, they took working speed of pupils into account and were motivating. Although feedback was very positive some adjustments and amendments in study material were made based on theory but also taking into account proposals and suggestions given by expert teachers.

In conclusion it can be said that all the research questions found a solution and an answer. In the future study sets on algebra and percent could be compiled for pupils with temporary learning difficulties.

Tänuõnad

Autor tänab ekspert-õpetajaid, kes leidsid kiires kooli töötempo aega ja andsid oma panuse õppematerjali arendamisele, aidates sellega kaasa töö valmimisele. Tänu õpilastele, kes olid väga motiveeritud katsetama valmivat õppematerjali. Kindlasti suured tänu kooli haridustehnoloogile, kes aitas oma IKT alaste teadmistega, ja muidugi kõige suuremad tänu oma perele, sõpradele ja töökaaslastele, kelle toetus ja innustamine olid edasiviivaks jõuks.

Autorsuse kinnitus

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

Kasutatud kirjandus

- Albre, J. (2008). *Dünaamilised slaidid 12.klassi matemaatikaõpiku juurde*. Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikool.
- Anakwe, B. (2008). Comparison of Student Performance in Paper-Based Versus Computer-Based Testing. *Journal of Education for Business*, 84 (1), 13 – 17.
- Bachmann, T. (2005). *Reklaamipsühholoogia*. Tallinn: Ilo.
- Baki, A, Güveli, E. (2008). Evaluation of a web based mathematics teaching material on the subject of functions. *Computers & Education*, 51, 854–863.
- Booth, R., Thomas, M. (2000). Visualization in Mathematics Learning: Arithmetic Problem-solving and Student Difficulties. *Journal of Mathematical Behaviour*, 18 (2), 196-190.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education*. London; New York: RoutledgeFalmer.
- Department for Education. (2012). *Children with special educational needs: an analysis – 2012*. Külastatud aadressil <https://www.gov.uk/government/publications/children-with-special-educational-needs-an-analysis-2012> .
- Dogan, M., Icel, R. (2011). The role of dynamic geometry software in the process of learning: GeoGebra example about triangles. *International Journal of Human Sciences*, 8 (1), 1441 – 1458.
- Eesti Hariduse Infosüsteem. (s.a.). Külastatud aadressil <http://www.ehis.ee/> .
- Eesti Infotehnoloogia Sihtasutus. (2012). *Juhend kvaliteetse õpiobjekti loomiseks*. Külastatud aadressil https://www.eope.ee/download/repository/FINAL_JuhendKvaliteetseOpiobjektiLoomiseks.pdf .
- Erg, L., Kontor, A. (2013). *Lapse arengu, oskuste ja tunnetusprotsesside mõju õppimisele: Nõuandeid individuaalseks arendustööks*. Külastatud aadressil <http://www.hev.edu.ee/?id=239>

European Agency for Development in Special Needs Education. (2012). *Special Needs Education: Country Data 2012*. Külastatud aadressil http://www.european-agency.org/sites/default/files/sne-country-data-2012_SNE-Country-Data2012.pdf

García, M.R., Arias, F.V. (2000). A Comparative Study in Motivation and Learning through Print-Oriented and Computer-Oriented Tests. *Computer Assisted Language Learning*, 13 (4-5), 457-465.

GeoGebra koduleht. (s.a.). Külastatud aadressil <http://www.geogebra.org/cms/et/>.

Green, K. R, Pinder-Grover, T., Millunchick, J. M. (2012). Impact of Screencast Technology: Connecting the Perception of Usefulness and the Reality of Performance. *Journal of Engineering Education*, 101 (4), 717–737.

Hohenwarter, M. & Hohenwarter, J. (2013). *Introduction to GeoGebra*. Külastatud aadressil <http://www.geogebra.org/book/intro-en.pdf>.

Hohenwarter, M. & Preiner, J. (2007). Dynamic Mathematics with GeoGebra. *The Journal of Online Mathematics and Its Applications*, 7, ID 1448. Külastatud aadressil http://www.maa.org/external_archive/joma/Volume7/Hohenwarter/index.html.

Hot Potatoes. (s.a.). Külastatud aadressil <http://hotpot.uvic.ca/>.

Jayanthi, M., Gersten, R., Baker, S. (2008). *Students with learning disabilities or difficulty learning mathematics: A Guide for Teachers*. Portsmouth, NH: RMC Research Corporation, Center on Instruction.

Järvpõld, K. (2005). *Veebileht „Eesti keel ja kirjandus“*. Külastatud aadressil <http://web.zone.ee/watergate/HotPotatoesDownload.html>

Kibal, K. (2012). *Õppematerjali koostamine 5. klassi edututele õpilastele*. Publitseerimata magistritöö. Tallina Ülikool.

Kikas, E. (2013). Tunnetusprotsessid, motivatsioon ja uskumused. Nende iseärasused ja arengu toetamine kolmandas kooliastmes. E. Kikas ja A. Toomela (Toim), *Õppimine ja õpetamine kolmandas kooliastmes. Üldpädevused ja nende arendamine* (lk 27 – 47). Külastatud aadressil www.hm.ee/index.php?popup=download&id=12584

Kõrgesaar, J. (2002). *Sissejuhatus hariduslike erivajaduste käsitlemisele*. Tartu: TÜ Kirjastus.

- Luik, P. (2004). *Õpitarkvara efektiivsed karakteristikud elektrooniliste õpikute ja drilliprogrammide korral*. Dissertatsioon. Tartu Ülikool
- Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction, 13*, 125–139.
- Mayer, R. E. (2002). Cognitive Theory and the Design of Multimedia Instruction: An Example of the Two-Way Street Between Cognition and Instruction. *New Directions for Teaching and Learning, 89*, 55 – 71.
- Mayer, R. E., Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist, 38(1)*, 43 – 52.
- Mikk, J. (2000). *Textbook: research and writing*. Peter Lang, Europäischer Verlag der Wissenschaften, Frankfurt am Main.
- OECD. (2009). *Students with disabilities, learning difficulties and disadvantages in the Baltic States, South Eastern Europe and Malta: educational policies and indicators*. Külastatud aadressil http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/education/students-with-disabilities-learning-difficulties-and-disadvantages-in-the-baltic-states-south-eastern-europe-and-malta_9789264076860-en#page1
- O'Brien, R. (1998). *An Overview of the Methodological Approach of Action Research*. Külastatud aadressil <http://www.web.net/~robrien/papers/arfinal.html>.
- Passolunghi, M.C. (2011). Cognitive and Emotional Factors in Children with Mathematical Learning Disabilities. *International Journal of Disability, Development and Education, 58(1)*, 61–73.
- Peltenburg M., van den Heuvel-Panhuizen M., Doig B. (2009). Mathematical power of special-needs pupils: An ICT-based dynamic assessment format to reveal weak pupils' learning potential. *British Journal of Educational Technology, 40(2)*, 273-284.
- Pihlap, S. (2006). Arvutite kasutamise mõjust funktsioonide õpetamisel 7. klassis. *Koolimatemaatika XXXIII*, 54–61.
- Pihlap, S. (2010). Arvutite kasutamise mõju 8.klassi õpilastele geomeetria õppimisel. *Koolimatemaatika XXXVII*, 65–69.

Plado, K. (2005). Hea õpik toimib õpetajana. *Haridus*, 8, 6 - 9.

Põhikooli riiklik õppekava. (2011). Külastatud aadressil
<https://www.riigiteataja.ee/akt/128082013007>

Rebane, I. (2009). Kui matemaatika on raske *Haridus*, 5/6, 14 – 15.

Rebane, I. (2010). *Mida arvestada, et nõrgema potentsiaaliga õpilased saaksid hakkama hilisemates kooliastmetes*. Põhikooli valdkonnaraamat MATEMAATIKA. Külastatud aadressil

http://www.oppekava.ee/index.php/Mida_arvestada,_et_n%C3%B5rgema_potentsiaaliga_%C3%B5pilased_saaksid_hakkama_hilisemates_kooliastmetes

Salm, T. (2010). *Hot Potatoese veebileht*. Külastatud aadressil

<http://hotpotatoes.weebly.com/index.html>

ScreenCast-O-Matic. (s.a.). Külastatud aadressil <http://www.screencast-o-matic.com/> .

Seo, Y.-J., Bryant D. P. (2009). Analysis of studies of the effects of computer-assisted instruction on the mathematics performance of students with learning disabilities. *Computers & Education*, 53, 913–928.

Steele, M.M. (2010). High School Students with Learning Disabilities: Mathematics Instruction, Study Skills, and High Stakes Tests. *American Secondary Education*, 38(3), 21-27.

Sunts, K. (2005). Eriõpetus Otepää Gümnaasiumis. *Haridus*, 8, 28 – 29.

Zhang, D., Ding, Y., Stegall, J., Mo, L. (2012). The Effect of Visual-Chunking-Representation Accommodation on Geometry Testing for Students with Math Disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 27(4), 167–177.

Tambovtseva, T. (2011). *Arvuti mõju geomeetria õpetamisel*. Publitseerimata magistritöö, Tartu Ülikool.

Veelmaa, A. (2010). *Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) põhikooli matemaatikaõppes*. Põhikooli valdkonnaraamat MATEMAATIKA. Külastatud aadressil
http://www.oppekava.ee/images/d/d4/IKT_pohikooli_matemaatikaoppes_allar_veelmaa.pdf

Vukovic, R.K., Lesaux, N. K., Siegel, L.S. (2010). The mathematics skills of children with reading difficulties. *Learning and Individual Differences*, 20, 639–643.

Vukovic, R.K., Siegel, L.S. (2010). Academic and Cognitive Characteristics of Persistent Mathematics Difficulty from First Through Fourth Grade. *Learning Disabilities Research & Practice*, 25(1), 25–38.

7 things you should know about Screencasting. (2006). Külastatud aadressil <https://net.educause.edu/ir/library/pdf/ELI7012.pdf> .

LISAD

Lisa 1. Tagasiside küsimustik – õpilasele

Sa vaatasid teema kohta ekraanivideot, täitsid testi ja töölehe. Palun anna nüüd tagasisidet minu koostatud õppekomplektile. Loe väiteid tähelepanelikult ning märgi palun valitud vastusevariandi ruutu rist.

Õppekomplekti teema :

Kokkuvõte kogu õppekomplektile (ekraanivideo, test, tööleht)

		Täiesti nõus	Pigem nõus	Nii ja naa	Pigem ei ole nõus	Ei nõustu üldse
1.	Õppekomplekt oli mulle jõukohane.					
2.	Terve õppekomplekti kasutamine tegi teema huvitavamaks.					
3.	Õppekomplekt tervikuna aitas mul teemat paremini mõista.					
4.	Õppekomplekt tervikuna seletas teemat piisavalt.					
5.	Mulle meeldis, et oli erinevaid tegevusi teema omandamiseks.					
6.	Mulle meeldis, et sain seda õppekomplekti teha iseseisvalt.					

Mida muudaksid kogu komplekti juures?

.....

Ekraanivideo

		Täiesti nõus	Pigem nõus	Nii ja naa	Pigem ei ole nõus	Ei nõustu üldse
1.	Ekraanivideo kasutamine tegi teema huvitavamaks.					
2.	Ekraanivideo aitas mul teemat paremini mõista.					
3.	Ekraanivideos kasutatav tekst oli kergesti					

	arusaadav.					
4.	Ekraanivideo seletas teemat piisavalt.					
5.	Ekraanivideos kasutatav joonis oli kergesti mõistetav.					

Mida muudaksid ekraanivideo juures?

.....

Test

		Täiesti nõus	Pigem nõus	Nii ja naa	Pigem ei ole nõus	Ei nõustu üldse
1.	Testi kasutamine tegi teema huvitavamaks.					
2.	Test aitas mul teemat paremini mõista.					
3.	Testis kasutatav tekst oli kergesti arusaadav.					
4.	Test oli huvitavalt koostatud.					
5.	Testis kasutatavad joonised aitasid teksti paremini mõista.					

Mida muudaksid testi juures?

.....

Tööleht 1

		Täiesti nõus	Pigem nõus	Nii ja naa	Pigem ei ole nõus	Ei nõustu üldse
1.	Töölehe täitmine tegi teema huvitavamaks.					
2.	Tööleht aitas mul teemat paremini mõista.					
3.	Töölehes kasutatav tekst oli kergesti arusaadav.					
4.	Töölehte oli huvitav täita.					
5.	Tööleht oli koostatud nii, et see oli mulle kergesti mõistetav.					

Mida muudaksid töölehe juures?

.....

Tööleht 2

		Täiesti nõus	Pigem nõus	Nii ja naa	Pigem ei ole nõus	Ei nõustu üldse
1.	Töölehe täitmine tegi teema huvitavamaks.					
2.	Tööleht aitas mul teemat paremini mõista.					
3.	Töölehes kasutatav tekst oli kergesti arusaadav.					
4.	Töölehte oli huvitav täita.					
5.	Tööleht oli koostatud nii, et see oli mulle kergesti mõistetav.					

Mida muudaksid töölehe juures?

.....

Lisa 2. Tagasiside küsimustik – ekspert-õpetajale

Olen Tartu Ülikooli sotsiaal- ja haridusteaduskonna hariduskorralduse eriala tudeng Mari-Liis Kolk. Ma töotan ajutiste õpiraskustega õpilaste matemaatika õpetajana. Kirjutan hetkel oma magistritööd, mille eesmärgiks on koostada 9. klassi õpiraskustega õpilastele IKT vahendeil põhinev õppematerjal matemaatikas. Õppematerjal koosneb kuuest õppekomplektist. Neid koostatud õppekomplekte ma soovin täiendada ja parandada tuginedes ekspert-õpetajate ja viie oma kooli õpilase hinnangutele. Üks õppekomplekt koosneb kolmest osast: ekraanivideo, test, 1 - 2 töölehte ja lisaks on koostatud ka õpetajale tunnikava. Ühe õppekomplekti läbi tegemine peaks õpilasel aega võtma umbes 40 minutit.

Minu töös on ajutise õpiraskusega õpilaseks see õpilane, kes õpib tavakoolis Põhikooli riikliku õppekava järgi, kuid kellel on ajutised õpiraskused või talle on koostatud individuaalne õppekava või talle on nõustamiskomisjoni poolt määratud vähendatud õpitulemused, kuid vähendamine on toimunud minimaalselt.

Pöördun Teie poole palvega tutvuda antud õppematerjaliga (6 õppekomplekti) ning vastata alloleva ankeedi küsimustele, andes sellega minu õppematerjalile eksperthinnangu. Palun Teie tagasisidet igale õppekomplektile eraldi.

Õppekomplektid asuvad aadressil: <http://matemaatika9kl.weebly.com/>

Küsimustike vastustest teen kokkuvõtte ja arvestan nendega õppematerjali parandamisel. Küsimustik on anonüümne.

Lisa informatsiooni saamiseks palun kontakteeruda:

- ✓ Telefon: xxxxxxxx
- ✓ E-mail: xxxxxx

Ette tänades

Mari-Liis Kolk

Tausta andmed

1. Tööstaaž matemaatika õpetajana:
2. Õpiraskustega õpilastega töökogemust on aastat.

Õppekomplekti teema:

Järgnevate väidete korral valige kõige täpsemini sobiv vastusevariant.

Kokkuvõtte kogu õppekomplektile (ekraanivideo, test, töölehed)

		Täiesti nõus	Pigem nõus	Nii ja naa	Pigem ei ole nõus	Ei nõustu üldse
1.	Õppekomplekt on 9. klassi õpiraskustega õpilastele iseseisvaks tööks jõukohane.					
2.	Terve õppekomplekt on omavahel hästi seotud.					
3.	Õppekomplektis on mitmekülgsed tegevused.					
4.	Õppekomplekt on õpiraskustega õpilase jaoks hästi visualiseeritud (pildid ja joonised aitavad visualiseerida tekstis öeldud infot).					
5.	Õppekomplekt on piisavalt interaktiivne (reageerib õppija toimingutele ja päringutele viivitamatult, annab sisulist tagasisidet, õpilane juhib õppeprotsessi).					
6.	Kogu õppekomplekt on hästi loetav.					
7.	Kogu õppekomplekt on hästi jälgitav.					
8.	Kogu õppekomplekt on selge struktuuriga.					
9.	Kogu õppekomplekt on tajutav mitmete meeltega.					

Mis on Teie arvates kogu õppekomplekti juures positiivset?

.....

Mis on Teie arvates kogu õppekomplekti juures negatiivset?.....

.....

Mida võiks Teie arvates kogu õppekomplekti juures muuta?.....

.....

Ekraanivideo

		Täiesti nõus	Pigem nõus	Nii ja naa	Pigem ei ole nõus	Ei nõustu üldse
1.	Ekraanivideo on 9. klassi õpiraskustega õpilastele iseseisvaks tööks jõukohane.					
2.	Ekraanivideos kasutatav tekst on korrektne.					
3.	Ekraanivideos kasutatav tekst on lihtne.					
4.	Ekraanivideos kasutatav tekst on arusaadav.					
5.	Ekraanivideos kasutatav tekst koosneb lühikestest lausetest ja sõnadest.					
6.	Ekraanivideos oleva „hääle“ tempo on õpiraskusega õpilasele paras.					
7.	Ekraanivideos oleva „hääle“ diktsioon on haarav.					
8.	Ekraanivideos oleva „hääle“ diktsioon on selge ja ilmikas.					
9.	Ekraanivideo on õpiraskustega õpilase jaoks hästi visualiseeritud (joonised aitavad visualiseerida suulises tekstis öeldud infot).					
10.	Ekraanivideo on hästi jälgitav.					
11.	Ekraanivideo on hästi haaratav.					
12.	Ekraanivideo on selge struktuuriga.					
13.	Ekraanivideos on kasutatud pigem tagasihoidlikku värvigammat.					
14.	Ekraanivideos kasutatavad värvid on selgelt eristuvad (nt joonisele ei ole paigutatud erinevate tulemuste näitlikustamiseks sarnaseid värve).					

Mis on Teie arvates ekraanivideo juures positiivset?.....

.....

Mis on Teie arvates ekraanivideo juures negatiivset?.....

.....

Mida võiks Teie arvates ekraanivideo juures muuta?.....

.....

Test

		Täiesti nõus	Pigem nõus	Nii ja naa	Pigem ei ole nõus	Ei nõustu üldse
1.	Test on 9. klassi õpiraskustega õpilastele iseseisvaks tööks jõukohane.					
2.	Testis kasutatav tekst on korrektne.					
3.	Testis kasutatav tekst on lihtne.					
4.	Testis kasutatav tekst on arusaadav.					
5.	Testis kasutatav tekst koosneb lühikestest lausetest ja sõnadest.					
6.	Test on hästi loetav.					
7.	Test on hästi jälgitav.					
8.	Test on hästi haaratav.					
9.	Testis olevad ülesanded on seotud õppekomplekti temaga.					

Mis on Teie arvates testi juures positiivset?.....

.....

Mis on Teie arvates testi juures negatiivset?

.....

Mida võiks Teie arvates testi juures muuta?

.....

Tööleht 1

		Täiesti nõus	Pigem nõus	Nii ja naa	Pigem ei ole nõus	Ei nõustu üldse
1.	Tööleht on 9. klassi õpiraskustega õpilastele iseseisvaks tööks jõukohane.					
2.	Töölehe juhendid on korrektsed.					
3.	Töölehe juhendid on lihtsad.					
4.	Töölehe juhendid on arusaadavad.					

5.	Töölehe juhendid koosnevad lühikestest lausetest ja sõnadest.					
6.	Tööleht on hästi loetav.					
7.	Tööleht on hästi jälgitav.					
8.	Tööleht on hästi haaratav.					
9.	Tööleht on ülesse seatud etapiviisiliselt (ülesanded lähevad kergemalt-raskemaks)					
10.	Töölehel olevad ülesanded on seotud õppekomplekti teemaga.					
11.	Tööleht on õpiraskustega õpilase jaoks hästi visualiseeritud (pildid ja joonised aitavad visualiseerida kirjalikus tekstis olevat infot).					
12.	Töölehel on kasutatud pigem tagasihoidlikku värvigammat.					
13.	Töölehel kasutatavad värvid on selgelt eristuvad (nt joonisele ei ole paigutatud erinevate tulemuste näitlikustamiseks sarnaseid värve).					

Mis on Teie arvates töölehe juures positiivset?.....

.....

Mis on Teie arvates töölehe juures negatiivset?

.....

Mida võiks Teie arvates töölehe juures muuta?

.....

Tööleht 2

		Täiesti nõus	Pigem nõus	Nii ja naa	Pigem ei ole nõus	Ei nõustu üldse
1.	Tööleht on 9. klassi õpiraskustega õpilastele iseseisvaks tööks jõukohane.					
2.	Töölehe juhendid on korrektse.					
3.	Töölehe juhendid on lihtsad.					
4.	Töölehe juhendid on arusaadavad.					
5.	Töölehe juhendid koosnevad lühikestest					

	lausetest ja sõnadest.					
6.	Tööleht on hästi loetav.					
7.	Tööleht on hästi jälgitav.					
8.	Tööleht on hästi haaratav.					
9.	Tööleht on ülesse seatud etapiviisiliselt (ülesanded lähevad kergemalt-raskemaks)					
10.	Töölehel olevad ülesanded on seotud õppekomplekti temaga.					
11.	Tööleht on õpiraskustega õpilase jaoks hästi visualiseeritud (pildid ja joonised aitavad visualiseerida kirjalikus tekstis olevat infot).					
12.	Töölehel on kasutatud pigem tagasihoidlikku värvigammat.					
13.	Töölehel kasutatavad värvid on selgelt eristuvad (nt joonisele ei ole paigutatud erinevate tulemuste näitlikustamiseks sarnaseid värve).					

Mis on Teie arvates töölehe juures positiivset?.....

.....

Mis on Teie arvates töölehe juures negatiivset?

.....

Mida võiks Teie arvates töölehe juures muuta?

.....

TÄNAN!

Lisa 3. Õppematerjal on tööle lisatud CD-l.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina _____ Mari – Liis Kolk _____

(*autori nimi*)

(sünnikuupäev: _____ 11.mai.1982 _____)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

**IKT VAHENDITEL PÕHINEVA ÕPPEMATERJALI KOOSTAMINE
MATEMAATIKAS AJUTISTE ÕPIRASKUSTEGA ÕPILASTELE,
(lõputöö pealkiri)**

mille juhendaja on _____ Sirje Pihlap _____,

(*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, 19.05.2014